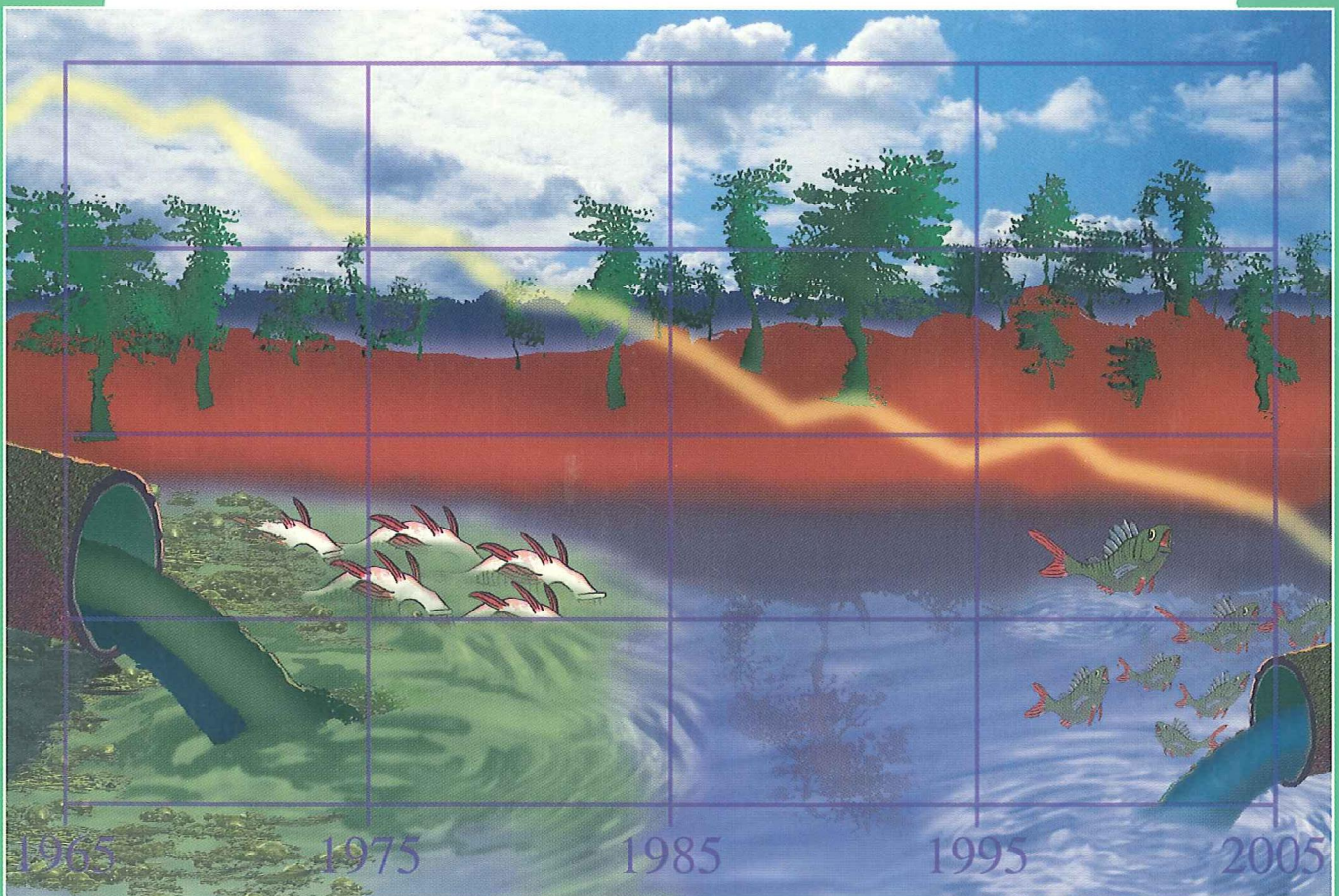


LUONTO JA
LUONNONVARAT

Mika Marttunen (toim.)

Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005

Vaihtoehtoisten kuormitustasojen
vaikutukset sisävesissä



Mika Marttunen (toim.)

Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005

Vaihtoehtoisten kuormitustasojen
vaikutukset sisävesissä

HELSINKI 1998



Painotuote

ISBN 952-11-0195-4
ISSN 1238-7312

Kansikuva
Idea Mika Marttunen
Toteutus Kari Kilpeläinen
Paino
Oy Edita Ab, Helsinki 1998

Sisällys

Alkusanat	4
1 Tavoitteet	5
2 Tarkastelun rajausta ja tarkastellut vesistöt	6
2.1 Tarkastelun rajausta	6
2.2 Tarkastelun kattavuus	6
3 Tarkastelun periaatteet ja kulku	10
3.1 Vesistön nykytilan arviointi	10
3.2 Ohjausmuuttujien määrittäminen	10
3.3 Nykyisen kuormituksen arviointi	12
3.3.1 Lähi- ja kaukovaluma-alueelta tuleva kuormitus	12
3.3.2 Liuenneen ja tuotantokaudelle ajoittuvan fosforikuormituksen määrittäminen	12
3.3.3 Arviointiperusteet kuormitussektoreittain	13
3.4 Kuormitusmuutoksen arviointi	16
3.5 Vesistön tilan muutoksen ennustaminen	18
4 Tarkastelun tulokset	21
4.1 Tulokset järvittäin ja joittain	21
4.1.1 Järvet	21
4.1.2 Joet	27
4.2 Yhteenveto tuloksista	29
4.2.1 Vesistöjen tilan ja käytön ongelmat	29
4.2.2 Minimiravinnetarkastelu	31
4.2.3 Kuormituksen suuruuden vertailu	33
4.3 Tarkastelu kuormitussektoreittain	33
4.3.1 Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamat vesistöt	34
4.3.2 Maatalouden voimakkaasti kuormittamat vesistöt	39
4.3.3 Yhteenveto kuormitustavoitteiden vaikutuksista veden laatuun	43
5 Epävarmuustarkastelu	46
6 Yhteenveto	48
Lähdeluettelo	51
Liitteet	53

Alkusanat

Tämä raportti on laadittu osana vuoteen 2005 ulottuvien vesiensuojelun tavoitteiden valmistelua. Raportissa esitetään vesistökohtaisten tarkastelujen periaate ja keskeiset sisävesien tulokset. Tarkastelut tehtiin Suomen ympäristökeskuksen sekä alueellisten ympäristökeskusten yhteistyönä. Työssä noudatettiin pääosin seuraavaa työnjakoa: ympäristökeskukset laativat vesistön nykytilan kuvauksen, johon sisältyi vesistön tilan arviointi, vesistön tilan ja käytön ongelmien kuvaus sekä nykyisen kuormituksen suuruuden määrittäminen. Suomen ympäristökeskuksessa arvioitiin vesiensuojelun tavoitteiden vaikutuksia kuormitukseen ja sen perusteella veden laadussa ja yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa tapahtuvia muutoksia. Työ on tehty pääosin vuosina 1994-1995. Luettelo alueellisissa ympäristökeskuksissa ja Suomen ympäristökeskuksessa laadituista taustaselvityksistä on liitteessä 1.

Tämän raportin on toimittanut ja pääosin laatinut diplomi-insinööri Mika Marttunen. Merialueista on laatinut erillisen tarkastelun Teija Haavisto. Minimivinnnetarkastelun teksti on pääosin Olli-Pekka Pietiläisen käsialaa. Työhön ovat tavalla tai toisella osallistuneet lukuisat henkilöt. Työssä käytetyn lähestymistavan kehittämiseen ja arvioinnissa käytettyjen laskentaperusteiden laatimiseen ovat osallistuneet erityisesti Elina Rautalahti-Miettinen, Lea Kauppi, Kaarle Kenttämies, Antero Nikander ja Heidi Vuoristo. Työn alussa Mikael Hildéniltä ja Kai Kaatralta saadut kommentit ovat olleet hyvin arvokkaita.

Tiedot kuormituksesta ovat peräisin seuraavilta henkilöiltä:

Teollisuus	Elina Karhu, Jorma Lameranta, Magnus Cederlöf, Heikki Haaramo, Tero Mäkinen
Yhdyskunnat	Seija Salonen
Haja-asutus	Mika Rontu, Erkki Santala
Maatalous	Antero Nikander, Seppo Rekolainen
Turvetuotanto	Marjut Hertell
Metsätalous	Kaarle Kenttämies
Kalankasvatus	Erkki Kaukoranta, Kimmo Silvo

Alueellisista ympäristökeskuksista erityisesti seuraavat henkilöt ovat osallistuneet työhön:

Uusimaa	Eeva-Riitta Puomio, Heidi Åkerla, Irmeli Ahtela
Lounais-Suomi	Heli Perttula, Kauko Häkklä
Kaakkois-Suomi	Olli Valo
Häme	Kirsti Krogerus, Marita Karling
Etelä-Savo	Jari Mutanen
Pohjois-Savo	Jukka Matinvesi, Kimmo Haapanen
Keski-Suomi	Seppo Yli-Karjanmaa, Kari Lehtinen
Pohjois-Karjala	Paula Mononen, Riitta Niinioja, Tarmo Tossavainen
Länsi-Suomi	Liisa Maria Rautio, Karl-Erik Storberg
Keski-Pohjanmaa	Sinikka Jokela, Aulis Rantala
Pohjois-Pohjanmaa	Erkki Alasaarela
Kainuu	Jouko Saastamoinen
Lappi	Erkki Huttula, Outi Mähönen

Olli Malve, Kari Lehtinen ja Kari Kallio osallistuivat työhön soveltamalla vedenlaatumalleja tai tulkitsemalla aikaisempien mallisovellusten tuloksia. Seppo Knuuttila laati Artjärven Pyhäjärven ja Villikkalanjärven tarkastelut. Petri Ekholm arvioi eri kuormituslähteistä tulevan fosforin käyttökelpoisuutta. K. Matti Lappalaisen (Vesi-Eko Ky) asiantuntemusta on hyödynnetty mm. sisäisen kuormituksen laskennassa. Markku Virtanen on jaksanut perusteellisesti paneutua ja innostavasti kommentoida raportin viimeistä luonnosta. Pekka Korhonen on vastannut raportin kuvien viimeistelystä ja taitosta.

Tavoitteet

Ympäristöministeriön vuonna 1995 julkaistussa ympäristöohjelmassa esitetään ministeriön näkemys kestävä kehityksen mukaisesta yhteiskunnasta ja tarvittavista toimista sen saavuttamiseksi. Ohjelmassa asetetaan vesiensuojelulle seuraava tavoite: "Vesistöjen ekologinen toimintakyky palautetaan ja mahdollisuudet käyttää vesiä eri tarkoituksiin turvataan. Vesiluonnon suojelua tehostetaan luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi."

Vesiensuojelun tavoitteiden valmistelussa päämääränä on ollut kestävä kehityksen yleisten tavoitteiden muotoilu konkreettisiksi vesistön käytön, hoidon ja suojelun tavoitteiksi. Työn keskeisinä tavoitteina on:

- 1) Arvioida eri kuormituslähteistä tulevan kuormituksen suuruutta ja vaikutuksia vesistön tilaan.
- 2) Ennustaa kuormitustavoitteiden vaikutuksia vesistön tilaan.
- 3) Asettaa tavoitteet vesistöjen tilalle ja käyttökelpoisuudelle.

Työ jakaantui kahteen päälinjaan: kuormitussektorikohtaisiin ja vesistökohtaisiin tarkasteluihin. Kuormitussektorikohtaisessa tarkastelussa arvioitiin keinoja ja mahdollisuuksia kuormituksen alentamiseen ja asetettiin tavoitteita kuormitukselle. Vesistökohtaisten tarkastelujen keskeisenä tavoitteena oli vertailla eri lähteistä tulevan kuormituksen suuruutta ja merkitystä vesistön tilan kannalta sekä arvioida erilaisten kuormitustasojen vaikutuksia vesistöjen tilaan.

2

Tarkastelun rajausta ja tarkastellut vesistöt

2.1 Tarkastelun rajausta

Työssä arvioitiin erityisesti ravinnekuormitukselle asetettujen suositusten ja rajoitusten vaikutuksia vesistöjen ravinnepitoisuuksiin ja rehevyyteen. Painopiste oli ravinnekuormituksessa, koska vesistöjen rehevöityminen ja siitä aiheutuvat haitat ovat koko maan mittakaavassa vesistöjen tilan ja käytön suurin ongelma. Toiseksiravinnekuormituksen suuruudesta ja sen vaikutuksista on olemassa varsin paljon tietoa, jota voitiin hyödyntää tarkastelussa.

Työssä tarkasteltiin sekä fosfori- että typpekuormituksessa tapahtuvia muutoksia. Fosforikuormitus oli kuitenkin painokkaammin esillä, koska fosforin kuormituksesta ja käyttäytymisestä vesistöissä on enemmän tietoa ja koska fosforikuormituksen muutoksilla on useimmissa tapauksissa suurempi vaikutus vesistön rehevyyteen kuin typpekuormituksen muutoksilla. Ravinnekuormituksen lisäksi arvioitiin muutoksia happea kuluttavassa kuormituksessa (BOD_5).

Vesistöjen valinnassa kiinnitettiin huomiota erityisesti seuraaviin seikkoihin:

- vesistön tilaan ja kuormituksen suuruuteen,
- vedenlaatuaineiston laatuun ja
- onko vesistöön sovellettu vedenlaatumallia.

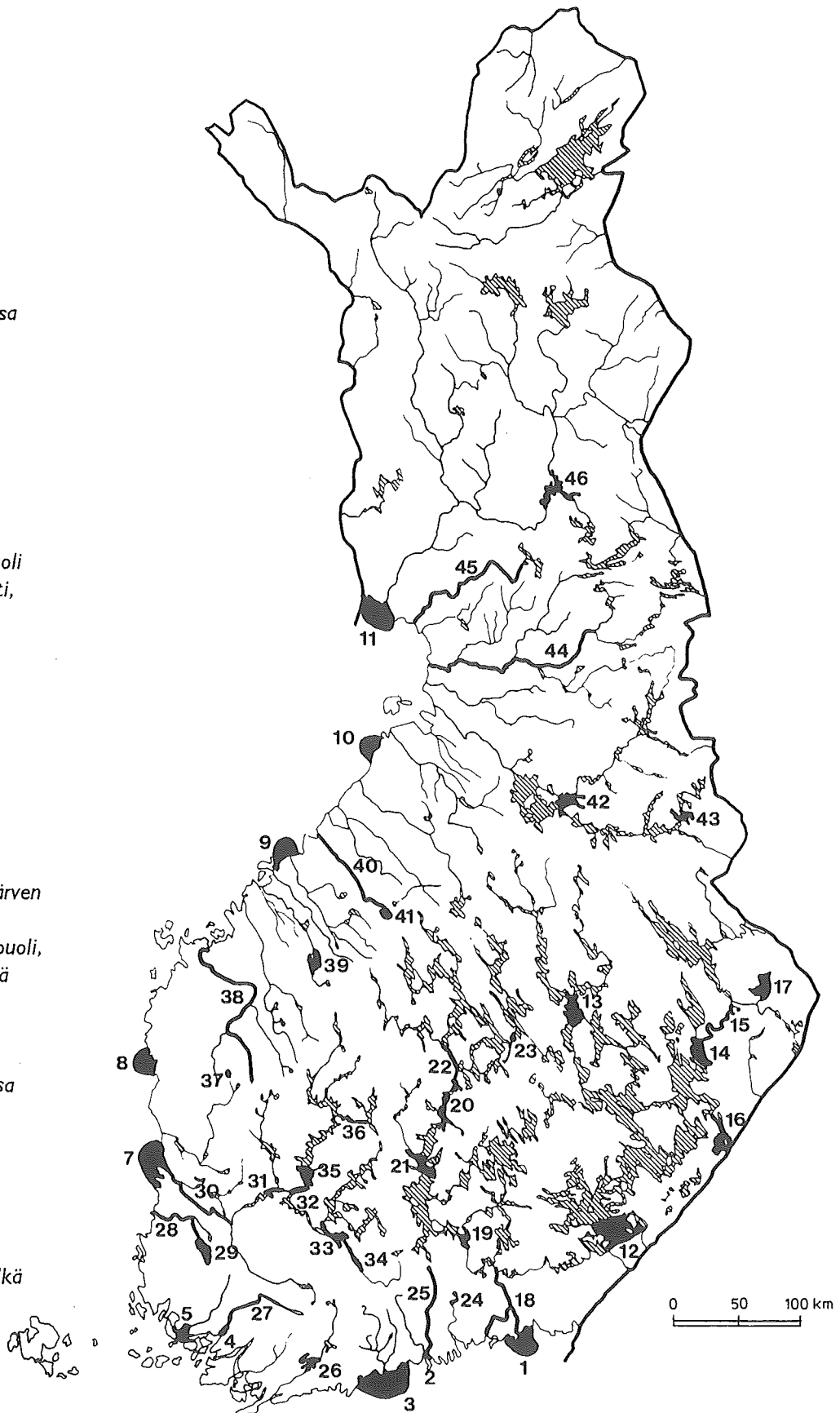
Ensisijaiseksi tavoitteeksi asetettiin se, että tarkastelu kattaisi Suomen merkittävimmät vesiensuojelun ongelma-alueet ja että mukana olisivat maassamme tyypilliset kuormituslähteet (esimerkiksi massa- ja paperiteollisuus, yhdyskunnat, maa- ja metsätalouden hajakuormitus) sekä erilaiset vesistötyypit (reittivesistöt, suuret järvet, latvajärvet, jokivesistöt, rannikkovedet). Lisäksi tarkasteltiin muutamia lähes luonnontilaisia vesistöjä, joissa on havaittu alkavaa rehevöitymistä. Tarkasteltavaksi valittiin erityisesti sellaisia alueita, joilta on olemassa suhteellisen tuoreita kuormitus selvityksiä ja joihin on sovellettu vedenlaatumalleja. Kohteita valittaessa pyrittiin siihen, että vesistöjä olisi eri puolilta Suomea kaikkien alueellisten ympäristökeskusten alueilta. Tarkastelussa ei kuitenkaan pyritty tilastollisesti edustavaan otokseen Suomen vesistöistä.

2.2 Tarkastelun kattavuus

Vesistökohtaisiin tarkasteluihin sisältyi sekä sisävesiä että merialueita. Merialueiden tuloksia ei kuvata tässä julkaisussa, koska ne on esitetty julkaisussa Ehdotus vesiensuojelun tavoitteiksi vuoteen 2005 (Suomen ympäristökeskus 1996). Sisävesien kohteita oli yhteensä 34; järviä tai järven osia oli 24 ja jokia 10 (kuva 1).

Tarkasteltujen järvien pinta-ala oli noin 3 500 km², mikä on noin 10 % maamme järvien pinta-alasta. Jokien pituus oli noin 1 500 km, mikä on noin 7 % jokiemme kokonaispituudesta. Tarkastelu painottui massa- ja paperiteollisuuden ja maa-talouden voimakkaasti kuormittamiin vesistöihin.

- 1 Kotkan edusta
- 2 Porvoon edusta
- 3 Helsingin edusta
- 4 Paimionlahti
- 5 Turun edusta
- 6 Kustavi
- 7 Porin edusta
- 8 Kaskisten edusta
- 9 Kokkolan edusta
- 10 Raahen edusta
- 11 Tornion edusta
- 12 Etelä-Saimaa
- 13 Kallaveden keskiosa
- 14 Pyhäselkä
- 15 Pielisjoki
- 16 Karjalan Pyhäjärvi
- 17 Koitere
- 18 Kymijoki
- 19 Konnivesi
- 20 Keski-Päijänne
- 21 Pohjois-Päijänne
- 22 Äänekosken alapuoli
- 23 Rautalammin reitti,
Äijävesi
- 24 Villikkalanjärvi ja
Pyhäjärvi
- 25 Porvoonjoki
- 26 Lohjanjärvi
- 27 Paimionjoki
- 28 Eurajoki
- 29 Säkylän Pyhäjärvi
- 30 Kokemäenjoki
- 31 Kulovesi
- 32 Tampereen Pyhäjärven
pohjoisosa
- 33 Valkeakosken alapuoli,
Kärjenniemenselkä
- 34 Vanajan reitti,
Hattulanselkä,
Vanajanselkä
- 35 Näsijärven eteläosa
- 36 Mäntän alapuoli
- 37 Nummijärvi
- 38 Kyrönjoki
- 39 Lappajärvi
- 40 Lestijoki
- 41 Lestijärvi
- 42 Oulujärvi, Paltaselkä
- 43 Lentua
- 44 Iijoki
- 45 Simojoki



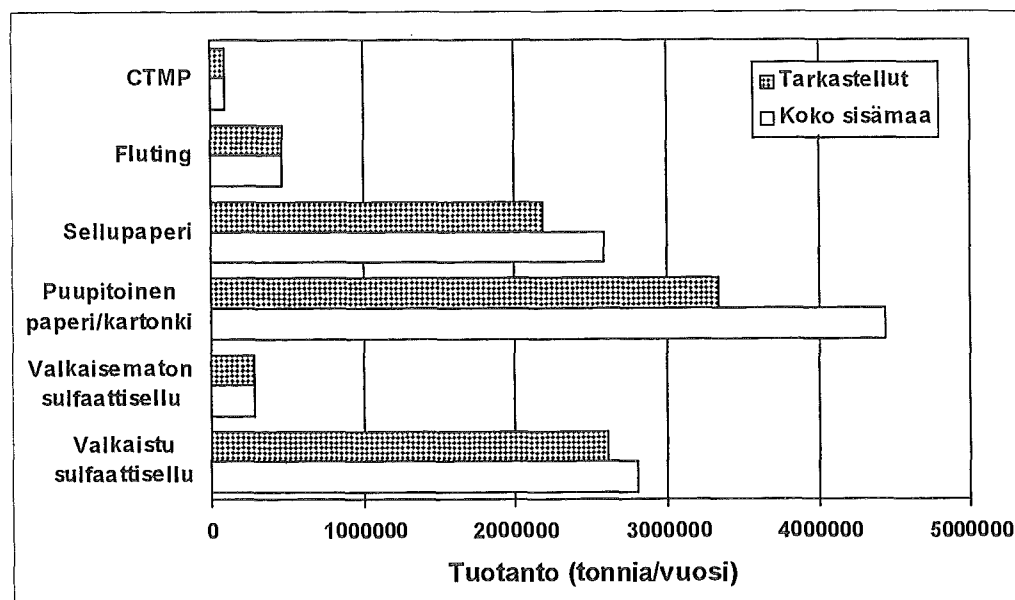
Kuva 1. Tarkastellut kohteet (merialueen kohteet 1-11 on tarkasteltu julkaisussa Ehdotus vesiensuojelun tavoitteiksi vuoteen 2005, Suomen ympäristökeskus 1996).

Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamia vesistöjä tarkastelussa oli 16, joista 14 oli järviä ja kaksi jokea. Tarkasteltujen tehtaiden fosforikuormitus oli vuonna 1993 noin 90 % sisävesiin kohdistuvan massa- ja paperiteollisuuden kuormituksesta (kuva 2). Tarkastelu antaa näin ollen erittäin hyvän yleiskuvan massa- ja paperiteollisuuden vesistökuormituksesta ja -vaikutuksista. Sisävesiin kohdistuvasta teollisuuden fosforikuormituksesta massa- ja paperiteollisuuden osuus on yli 90 % ja typpikuormituksesta 65 % (kuva 3).

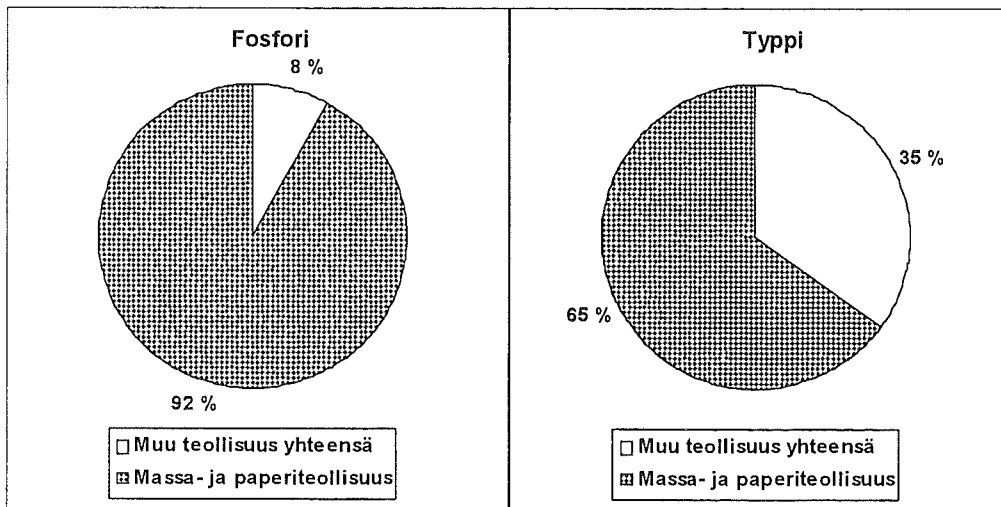
Lähes kaikkiin tarkasteltuihin vesistöihin johdetaan yhdyskuntien jätevesiä. Tarkasteltujen puhdistamojen fosforikuormitus oli vuonna 1992 35 % koko sisävesien yhdyskuntien kuormituksesta. Typellä vastaava luku oli 42 % ja happea kuluttavalla kuormituksella (BHK) 29 %. Myös yhdyskuntien kuormituksen osalta tarkastelun kattavuus oli siten melko hyvä.

Hajakuormitusta ei tarkasteltu niin laajasti kuin pistekuormitusta. Tämä johtuu siitä, että haja- ja pistekuormitus poikkeavat toisistaan kuormituksen laaja-alaisuuden vuoksi. Hajakuormitusta tulee kaikilta niiltä alueilta, joissa ihminen muuttaa maan käyttöä tai kasvillisuutta. Sen sijaan suuri osa pistekuormituksesta kohdistuu muutamille raskaasti kuormitetulle alueelle.

Maatalouden voimakkaasti kuormittamiin vesistöihin luettiin tässä tarkastelussa ne vesistöt, joissa maatalouden fosforikuormituksen osuuden arvioitiin olevan yli 35 % ja joissa rehevyys aiheuttaa ongelmia. Ryhmään kuului kymmenen järveä ja viisi jokea. Vaikka esimerkiksi maatalouden kuormittamien järvien määrä oli suhteellisen alhainen, ne edustivat monipuolisesti erilaisia vesistötyyppejä ja rehevyytasoja. Tämän vuoksi tulokset voidaan laajentaa koskemaan yleisemminkin maatalouden voimakkaasti kuormittamia vesistöjä.



Kuva 2. Tarkasteltujen teollisuuslaitosten tuotannon osuus koko sisämaan tuotannosta. CTMP-tehdas valmistaa kemiallista massaa ja flutingtehdas kartonkia.



Kuva 3. Massa- ja paperiteollisuuden osuus teollisuuden koko fosfori- ja typpikuormituksesta vuonna 1993. Fosforin kokonaispäästö oli 414 000 kg ja typen 4 560 000 kg.

3

Tarkastelun periaatteet ja kulku

Vesistökohtaisten tarkastelujen yhteydessä laadittiin systemaattinen menettelytapa. Laadittua ohjetta ei kuitenkaan katsottu tarpeelliseksi noudattaa sellaisenaan, koska sen noudattaminen olisi tarkasteltavien vesistöjen suuren lukumäärän vuoksi ollut liian suuritöistä. Tässä luvussa on kuvattu, kuinka tarkastelut toteutettiin käytännössä.

Tarkasteluissa voidaan erottaa seuraavat vaiheet, joiden järjestys vaihteli hieman eri kohteissa:

1. Vesistön nykytilan arviointi
2. Ohjausmuuttujien määrittäminen
3. Vesistön nykyisen ravinnekuormituksen arviointi
4. Ennusteet vesistön ravinnekuormitukselle vuonna 2005
5. Vesistön tilassa tapahtuvan muutoksen ennustaminen

3.1 Vesistön nykytilan arviointi

Vesistön nykytilan arviointiin kuului vesistön tilan ja käytön suurimpien ongelmien tunnistaminen, veden laadun kuvaaminen ja vesistön veden laadun luokittelu. Käyttökelpoisuusluokitus perustui vesi- ja ympäristöhallituksessa vuonna 1988 laadittuihin luokitusohjeisiin. Luokitusta on kritisoitu mm. sen tulkinnanvaraisuuden takia. Tämä vaihe tehtiin pääasiassa silloisissa vesi- ja ympäristöpiireissä (nyk. alueelliset ympäristökeskukset). Poikkeuksen muodosti vesistöjen käyttökelpoisuusluokittelu, joka suureksi osin tehtiin silloisessa vesi- ja ympäristöhallituksessa (nyk. Suomen ympäristökeskus).

3.2 Ohjausmuuttujien määrittäminen

Ohjausmuuttujalla tarkoitetaan muuttujaa, jolla voidaan vaikuttaa tilamuuttujaan eli tässä tapauksessa vesistön tilaa kuvaamaan valittuun vesistön yleiseen käyttökelpoisuuteen ja johonkin sen komponenttiin, kuten vesistön ravinnepitoisuuksiin tai rehevyyteen

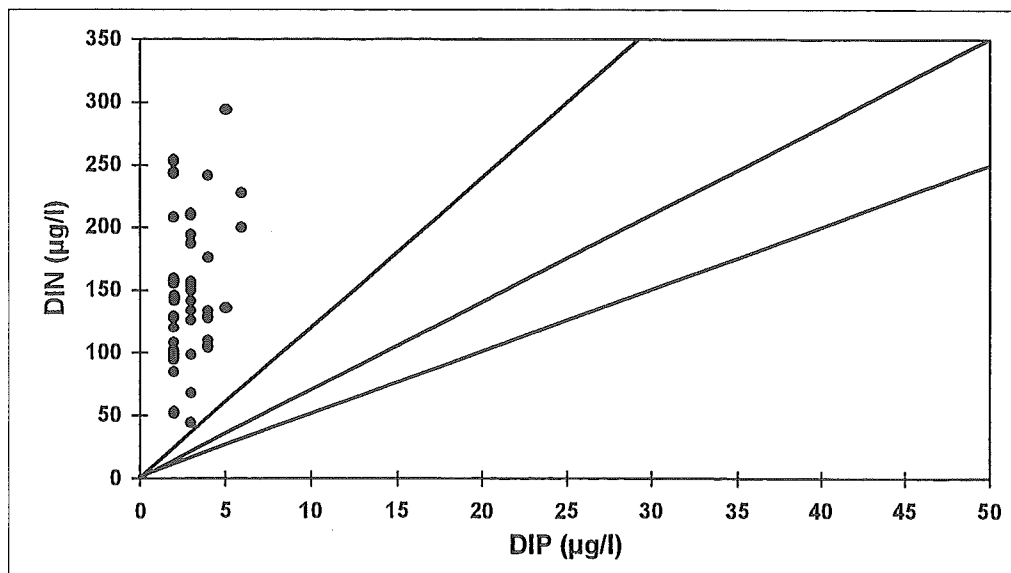
Ohjausmuuttujien määrittämiseen kuului kussakin kohteessa minimiravinnetarkastelu. Sen lisäksi selvitettiin, mitkä vedenlaatuparametrit ensisijaisesti alentavat vesistön yleistä käyttökelpoisuutta. Seuraavassa on kuvattu Olli-Pekka Pietiläisen (1995, kirjallinen tiedonanto) laatiman minimiravinnetarkastelun periaate ja sen rajoitukset (kuva 4).

Vesistöjen rehevöitymistä säätelee aina yksi tai useampi fysikaalinen, kemiallinen tai biologinen ympäristötekijä. Kasvukaudella minimitekijänä on Suomessa useimmiten jokin ravinne. Minimiravinne voidaan selvittää ravinnesuhteiden ja/tai tarkemmin levätestien avulla. Suomen sisävesistöjen ravinnepitoisuuksista on kohtuullisesti tietoa, mutta levätestejä on tehty huomattavan harvoin.

Tässä tarkastelussa minimiravinnetta on arvioitu pelkästään leville välittömästi käyttökelpoisten ravinteiden suhteiden perusteella. Levätuotannon kannalta optimaalisena typpi:fosfori -suhteena on käytetty arvoa 7:1 (Redfield ym. 1963). Kun mineraalityypen ($\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$) painosuhde fosfaattifosforiin ($\text{PO}_4\text{-P}$) verrattuna on suurempi kuin 12, niin fosforin on katsottu olevan levätuotantoa rajoittava ravinne (Forsberg ym. 1978). Suhteen ollessa alle 5 typen katsotaan rajoittavan tuotantoa. Muulloin molemmat ravinteet voivat rajoittaa tuotantoa. Pelkästään raja-arvoihin perustuviin minimiravinnearvioihin on kuitenkin syytä suhtautua kriittisesti. Mikäli ravinnepitoisuudet ovat pieniä, voivat sekä typpi että fosfori rajoittaa tuotantoa, vaikka pelkkien ravinnesuhteiden mukaan näin ei olisi. Toisaalta, kun ravinnepitoisuudet ovat riittävän suuria, eivät ravinteet ylipäättään rajoita tuotantoa. Tällöin lähinnä fysikaaliset tekijät, kuten veden sameudesta ja väristä johtuva valon puute ja lämpötila, säätelevät levätuotannon määrää.

Tämän selvityksen arviot minimiravinneesta perustuvat järvien ja jokien tuottavan pintakerroksen havaintoaineistoon. Järvissä tarkastelu on rajattu koskemaan ulappa-alueen kasviplanktonia ja joissa lähinnä alajuoksun perifytonia. Järvien ranta-alueen kasviplankton, perifyton, makrolevät ja makrofyyttikasvillisuus jäävät siten arvion ulkopuolelle. Siellä typen ja fosforin vaikutus perustuotantoon voi olla erilainen kuin ulapalla, esimerkiksi makrolevät ja makrofyytit tarvitsevat kasvuunsa suhteessa enemmän typpeä kuin kasviplankton. Näin ollen kuormite-
tuilla ranta-alueilla typpikuormituksella voi olla rehevöittävää vaikutusta, vaikka tämän tutkimuksen mukaan järvi olisi selvästi fosforirajoitteinen ulappa-alueeltaan.

Joissain tapauksissa voi myös ei-rajoittavan ravinteiden lisäys kohottaa kasviplanktonin tuotantoa, koska eri levillä ja leväryhmillä on erilaiset kasvuaatimukset ravinteiden keskimääräisen optimisuhteen ympärillä. Kasviplanktonyhteisössä voisiten olla samanaikaisesti sekä typpi- että fosforirajoitteisia leviä. Tällöin sekä typpi- että fosforilisäys lisää tuotantoa, mutta lajistorakenne muodostuu erilaiseksi riippuen lisäystä ravinnepitoisuudesta. Levien kasvun ratkaisee välittömimmin levien solun sisäinen ravinnetilanne. Levät voivat varastoida ravinteita sisäänsä, joten niiden ulkopuolisen vesimassan ravinnetilanne ei välttämättä ilmaise todellista minimiravinnetta.



Kuva 4. Esimerkki Päijänteen keskiosan ravinnesuhdetarkastelusta. Vaaka-akselilla on kuvattu liukoisin fosforin pitoisuus ja pystyakselilla liukoisin typen pitoisuus. Kuvan perusteella Keski-Päijänne on selvästi fosforirajoitteinen kaikkina tarkasteltuina kuukausina (touko-syyskuu 1986-95) (mineraalisuhde $\text{DIN}/\text{DIP} > 12$). Ylin viiva, mineraaliravinnesuhde = 12, keskimääräinen viiva, suhde = 7, alin viiva, suhde = 5 (Pietiläinen 1995, kirjallinen tiedonanto).

Ympäristöhallinnon vesistöseurannoissa fosfaattifosfori on määritetty lähes aina suodattamattomasta näytteestä. Tällöin leville todellisuudessa käyttökelpoisen fosforin pitoisuus (liuennut fosfaatti) on usein yliarvioitu, erityisesti savisameissa vesistöissä. Toisin sanoen: fosfori on vielä useammin minimiravinne Suomen sisävesistöissä, kuin mitä tuloksista voisi päätellä.

3.3 Nykyisen kuormituksen arviointi

Jokaisessa tarkasteluun valitussa kohteessa määritettiin fosforin ja typen kuormitus ja sen jakaantuminen kuormituslähteittäin. Fosforin kohdalla tarkasteltiin kokonaisfosforin lisäksi liukoista, leville käyttökelpoista fosforia. Lisäksi arvioitiin tuotantokaudelle ajoittuvan liukoisen fosforikuormituksen suuruutta. Kohdassa 3.3.2 on esitetty kokonaisfosforikuormituksen muuntaminen liukoiseksi ja kasvukaudelle ajoittuvaksi fosforikuormitukseksi. Teollisuuden ja yhdyskuntien voimakkaimmin kuormittamissa sisävesissä otettiin lisäksi huomioon happea kuluttava kuormitus (BOD_7) ja eräissä jokivesistöissä arvioitiin myös kiintoainekuormituksessa tapahtuvia muutoksia. Eräillä voimakkaimmin myrkkynuormitettujen merialueilla arvioitiin lisäksi myrkkynuormitukselle asetettujen tavoitteiden vaikutuksia.

Nykyisellä kuormituksella tarkoitetaan massa- ja paperiteollisuuden osalta vuoden 1993 kuormitusta, yhdyskuntien ja muiden pistekuormittajien sekä laskeuman osalta vuoden 1992 kuormitusta. Hajakuormituksen laskenta perustui 1990-luvun alun pellonkäyttöä, kotieläinmäärää ja lantaloiden lukumäärää sekä metsätalouden toimenpiteitä koskevaan tietoon. Koska hajakuormituksen suuruudessa voi vuosien välillä olla esimerkiksi hydrologisista tekijöistä johtuen suuria eroja, eivät hajakuormituksen arvot kuvaa mitään tiettyä vuotta, vaan tilannetta keskimääräisissä hydrologisissa olosuhteissa.

3.3.1 Lähi- ja kaukovaluma-alueelta tuleva kuormitus

Vesistöön tuleva kuormitus on useissa kohteissa jaoteltu lähi- ja kaukovaluma-alueelta tulevaan kuormitukseen. Lähivaluma-alueella tarkoitetaan aluetta, jolla ei ole mainittavia ravinteita ja kiintoaineita laskeuttavia altaita. Kaukovaluma-alueelta tulevasta kuormituksesta on suurempi osa ehtinyt pidäytyä jo ennen tarkastelun kohteena olevaa vesistöä. Kaukovaluma-alueelle tulevasta ulkoisesta fosforikuormituksesta oletetaan pidäytyvän ennen tarkasteltavaa vesistöä 66 % ja typpi- ja BOD_7 -kuormituksesta 25 %.

3.3.2 Liuenneen ja tuotantokaudelle ajoittuvan fosforikuormituksen määrittäminen

Vesiensuojelun päätöksenteko on fosforin osalta perustunut yleensä tietoihin eri päästölähteiden kokonaisfosforikuormituksesta. Jäte- tai valumaveden kokonaisfosforipitoisuus määritetään hajottamalla vesinäytteen eri fosforiyhdisteet reaktiiviseen muotoon voimakkaassa kemiallisessa käsittelyssä. Vesistöissä vallitsevissa oloissa huomattavasti pienempi osuus fosforista vapautuu leville käyttökelpoiseen muotoon. Leville välittömästi käyttökelpoisen fosforin määrää kuvaakin kokonaisfosforia paremmin ns. liuennut reaktiivinen fosfori, joka saadaan määrittämällä suodatetusta näytteestä fosfaattifosforin pitoisuus. Vaihteleva osuus muista fosforimuodoista voi vesistössä vähitellen muuttua leville käyttökelpoiseen muo-

toon. Tähän osuuteen vaikuttavat kuormituksen laadun lisäksi myös olosuhteet vastaanottavassa vesistössä.

Vesien perustuotantoon vaikuttavista tekijöistä valo ja lämpö riippuvat luonnollisesti vahvasti vuodenajasta. Osa vesien talvikautisesta ravinnekuormituksesta ei osallistu tuotantotapahtumiin vastaanottavassa vesistössä, vaan sedimentoituu tai kulkeutuu alaspäin mahdollisesti mereen asti. Etelä- ja Keski-Suomessa tehokkaaksi levätuotannon kaudeksi on arvioitu touko-syyskuu (5 kk). Pohjois-Suomessa kasvu-kausi on kaksi kuukautta lyhyempi ja siihen on luettu kesä-, heinä- ja elokuu.

Jätevesien aiheuttaman ravinnekuormituksen vuodenaikaisvaihtelut eivät ole suuria. Teollisuuden ja yhdyskuntien kuormitus jakaantuu tasaisesti koko vuodelle. Sen sijaan hajakuormitus ajoittuu yleensä lumen sulamiskauteen ja syksyyn, mikä pienentää sen merkitystä levien tuotannolle. Voimakkaimmin tuotantokaudelle painottuu kalankasvatuksen kuormitus; sen kuormituksesta noin 80 % ajoittuu tuotantokaudelle. Eri kuormituslähteistä tulevan kuormituksen osuus vesistön kokonaiskuormituksessa vaihtelee luonnollisesti paljonkin esimerkiksi teollisuuden ja asutuksen sijoittumisesta, valuma-alueen maankäytöstä ja järven sijainnista riippuen.

Taulukossa 1 on yhdistetty kemiallinen käyttökelpoisuus ja tuotantokaudella tuleva kuormitus yhteiseksi kuormitussektorikohtaiseksi kertoimeksi, joilla on painotettu kuormituslähteiden kuormitusarvoja, kun on arvioitu vesistön rehevyudessa (a-klorofylli) tapahtuvia muutoksia. Kemiallista käyttökelpoisuutta on sellaisenaan käytetty hyväksi kaikissa vesistötarkasteluissa. Kuormituksen ajoittuminen on käytännössä otettu huomioon vain niissä vesistöissä, joiden viipymä on lyhyt.

3.3.3 Arviointiperusteet kuormitussektoreittain

Teollisuuden kuormitustiedot perustuvat käyttö- ja kuormitustarkkailuraportteihin.

Yhdyskuntien aiheuttama jätevesikuormitus poimittiin rekistereistä. Kuormitustiedot löytyivät ympäristötietojärjestelmän viemäriverkostojen ja jätevedenpuhdistamoiden toimivuusrekistereistä, vesi- ja ympäristöpiireistä, kunnista sekä kunta- ja aluekohtaisista tarkkailuraporteista.

Haja-asutuksen kuormituksen suuruutta arvioitaessa oletettiin:

- 1) Potentiaalisen kuormituksen asukasta kohden vuodessa on oletettu olevan 0,65 kg fosforia, 4,4 kg typpeä ja 21,9 kg BOD₇.
- 2) Puhdistustoimenpiteillä (puhdistamot, umpikaivot ja ojat) on oletettu päästävän keskimäärin 50 %:n vähenemään kunkin kuormitusparametrin kohdalla.

Tiedot eri vesistöalueilla sijaitsevista viemäriin liittymättömistä kiinteistöistä saatiin tilastokeskuksen tekemästä koko maata koskevasta tietokantahausta.

Kunnilla ja vesi- ja ympäristöpiireillä on tietoja loma-asuntojen määristä, jotka voidaan kohdentaa vesistö- ja osa valuma-aluekohtaisiksi tiedoiksi. Loma-asutuksen vesistökuormitus riippuu varustuksen lisäksi käyttöajasta. Valtakunnallisena keskimääräisenä kuormituksena vesistöön on pidetty 0,02 kg fosforia, 0,05 kg typpeä ja 0,72 kg orgaanista ainetta asukasta kohti vuodessa.

Peltoviljelyn fosforikuormituksen on Suomessa arvioitu vaihtelevan 0,9-1,8 kg/ha/v, josta kiintoainekseen sitoutumisen takia 30 % voidaan katsoa käyttökelpoiseksi. Typpihuuhtouman on arvioitu Suomessa vaihtelevan 7,6-20,0 kg/ha/v. Peltoviljelyn kuormitus vaihtelee vuosittain suuresti sääolosuhteista, esimerkiksi sadannasta ja routaisen ajan pituudesta johtuen sekä alueittain topografian ja maaperän mukaan. Tarkastelussa otettiin huomioon pellon käyttö ja talvikauden pituus ravinnekuormitukseen vaikuttavina tekijöinä. Viljakasveilla, erikoiskasveilla, nurmilla ja viljelemättömällä alueella oli omat ominaiskuormitukset sijainnista riippuen.

Taulukko 1. Muunnoskertoimet, joita on käytetty muunnettaessa kokonaisfosforikuormitus liuenneeksi ja tuotantokaudelle ajoittuvaksi kasviplanktonituotantoa lisääväksi kuormitukseksi.

Sektori	Kemiallinen käyttökelpoisuus, Fosfori (%)	Tuotantokaudella tulevan kuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta (%) ¹⁾	Käyttökelpoisuus, kun otettu huomioon kem. käyttökelp. ja ajoittuminen (%)
Metsäteollisuus	80 ²⁾	40 ³⁾	32
Yhdyskunnat	40 ⁴⁾	40	16
Haja-asutus ⁵⁾	40		
- Etelä-Suomi		40	16
- Keski-Suomi		45	18
- Pohjois-Suomi		60	24
Peltoviljely	30 ⁴⁾		
- Etelä-Suomi		30 ⁷⁾	9
- Keski-Suomi		45	14
- Pohjois-Suomi		30	9
Karjatalous ⁸⁾	80 ⁹⁾		
- Etelä-Suomi		10	8
- Keski-Suomi		20	16
- Pohjois-Suomi		20	16
Metsätalous	50 ¹⁰⁾		
- Etelä-Suomi		30	15
- Keski-Suomi		45	23
- Pohjois-Suomi		30	35
Turvetuotanto	50	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Kalankasvatus	90		
- Etelä-Suomi		80	72
- Keski-Suomi		80	72
- Pohjois-Suomi		95	86
Turkistarhaus	80	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Puutarhatuotanto	30	Ei arvioitu	Ei arvioitu
Laskeuma	50	55	30

¹⁾ Etelä- ja Keski-Suomessa tuotantokautena käytetty touko-syyskuuta ja Pohjois-Suomessa kesä-elokuuta

²⁾ Priha 1994

³⁾ Metsäteollisuuden ja yhdyskuntien pistekuormituksen on oletettu säilyvän vakiona ympäri vuoden. Tuotantokaudelle tulevan kuormituksen osuus on niiden osalta saatu jakamalla tuotantokauden kuukausien lukumäärä koko vuoden kuukausien lukumäärällä.

⁴⁾ Ekholm, Krogerus & Salonen 1994

⁵⁾ Rontu 1995, kirjallinen tiedonanto

⁶⁾ Pietiläinen & Rekolainen 1991, Ekholm 1994

⁷⁾ Maa- ja metsätalouden kuormituksen ajoittuminen arvioitiin pitkän aikavälin (1961-1990) valuman jakaantumisen perusteella. Tarkastelussa käytettiin ns. pieniä valuma-alueita. Etelä-Suomen arvo on pyöristetty keskiarvo Kylmänojan, Savijoen ja Löytäneen valuma-alueiden arvoista. Keski-Suomessa valuma-alueet olivat Latosuonoja ja Ruunapuro ja Pohjois-Suomessa Vähä-Askanjoki. Valuma-alueiden valinta perustui Rekolaisen suositukseen.

⁸⁾ Tutkimustiedon puutteen vuoksi kertoimet ovat karkeita arvioita. Tuotantokaudella tuleva kuormitus on peräisin vuotavista lantoista, rantalaidunnuksesta ja talteen ottamatta jääneistä säilörehun puristeneista ja toukokuussa ja syyskuussa levitettävien lantojen vesistövalumista.

⁹⁾ Kempainen 1992. Arviossa otettu huomioon liuenneiden ravinteiden osuus virtsassa ja lietelannassa.

¹⁰⁾ Kenttämies 1994 (kirjallinen tiedonanto). Laskettu vuoden 1991 kuormituskuormitussuhteilla (ojitus, hakkuu ja lannoitus) ositetun kuormitusaineiston ja tutkimusten PO4:TOTP suhteiden perusteella.

Karjatalouden ravinnekuormituksen suuruus on laskettu eläinmäärien ja lannan keskimääraisten ravinnesisältöjen perusteella. Esimerkiksi täysikasvuisen naudan lannan ravinnesisällöksi oletettiin 12 kg fosforia vuodessa ja 80 kg typpeä vuodessa. Emakkosialla vastaavat oletusarvot olivat 4 kg ja 20 kg. Kunnittaiset eläinmäärät on saatu vuodelta 1990 tehdystä maatalouslaskennasta. Eläinmäärien muutoksista on saatu tietoa vuosittain tehtävistä MMM:n otantakyselyistä. Mikäli karjasuojien sijainnista ei ollut tarkkaa valuma-aluekohtaista tietoa, karjasuojien on oletettu sijoittuvan peltopinta-alan suhteessa eri valuma-alueille. Karjatalouden ravinnekuormituksesta on oletettu huuhtoutuvan suoraan vesistöihin 1-3 % lannan sisältämästä fosforista ja 3-10 % typestä riippuen karjatilojen sijainnista vesistöihin nähden ja alueen lantalojen koon riittävydestä. Pellolle suositusten mukaisesta lannan levityksestä aiheutuva huuhtouma sisältyy peltoviljelyn lukuihin. Karjatalouden lukuihin sisältyy väärään aikaan tehty lannan levitys ja ylisuurten levitysmäärien aiheuttamat huuhtoumat.

Metsätalouden vesistökuormitus on määritetty valuma-aluekohtaisesti vuotuisten toimenpidealojen (ojitus, lannoitus, päätehakkuu, muokkaus) ja niitä vastaavien ominaishuuhtoutuma-arvojen perusteella. Koska monien toimenpiteiden vaikutus on pitkäaikaista, on valuma-alueiden toimenpidehistoria tunnettava ainakin kymmenen vuoden ajalta ennen kuormituksen määrittämistä vuodelle.

Metsätalouden toimenpiteet on poimittu joko metsätilastoista (valtakunnalliset ja joissain tapauksissa vesistöaluekohtaiset arvioinnit) tai metsälautakuntien, metsähallinnon ja yhtiöiden vuotuisista hankekohtaisista tiedoista. Päätehakkuualoja on pyritty arvioimaan myös satelliittikuvien perusteella valmistetuista maankäyttökartoista. Niissä esiintyvän "avohakkuun" on oletettu näkyvän kymmenen vuoden ajan. Koska vuotuiset avohakkuualat ovat pysyneet melko vakioina viime vuosikymmeninä, on kokonaisalan voitu olettaa jakautuvan tasaisesti kymmenen vuoden jaksolle. Arviomenetelmä on kuitenkin karkea, ja sopii vain suurehkoille (tuhansia neliökilometrejä) alueille.

Metsätaloustoimenpiteiden ominaishuuhtoutuma-arvot on määritetty useiden eri puolilla Suomea tehtyjen tutkimusten perusteella. Vaihtelevista luonnonoloista ja metsätaloustoimien moninaisuudesta johtuen ominaishuuhtoutuma-arvoihin sisältyy suuri epävarmuus. Koska metsätalouden kuormituksen arviointi on erittäin työlästä, ei tässä tarkastelussa arvioitu yksityiskohtaisesti metsätalouden kuormitusta kuin niissä kohteissa, joissa sillä katsottiin olevan huomattava merkitys vesistön tilalle.

Laskeuma saatiin vesi- ja ympäristöhallinnon seurantaverkosta.

Sisäisen kuormituksen huomioonottaminen oli eräs tarkastelujen ongelmakohtia. Se sisällytettiin tarkasteluun niissä kohteissa, joissa sen suuruudesta oli arvioita. Lisäksi se otettiin huomioon kaikissa kohteissa arvioitaessa vesistön tilassa tapahtuvia muutoksia (ks. kohta 3.6).

Luonnonhuuhtoumaa ei otettu kuormitustarkastelussa huomioon useista syistä. Ensinnäkin luonnonhuuhtouma ei ole aiheuttanut vesistöjen pilaantumista, toiseksi siihen on vaikea vaikuttaa vesiensuojelutoimin ja kolmanneksi sen suuruutta on vaikea arvioida, koska se riippuu esimerkiksi valuma-alueen maaperästä, topografiasta ja kasvillisuudesta.

Useisiin tarkastelluista vesistöistä valuu vesiä hyvin suurelta valuma-alueelta. Ajan niukkuuden vuoksi ei ollut mahdollista arvioida yksityiskohtaisesti kaikissa kohteissa yläpuolisen kuormituksen jakaantumista eri kuormituslähteisiin. Sitä jokien mukana vesistöön tulevaa kuormitusta, jota ei ole jaoteltu eri kuormitussektoreiden kesken kutsutaan tässä tarkastelussa yläpuolisesta vesistöstä tulevaksi jakamattomaksi kuormitukseksi, josta jatkossa käytetään nimitystä jakamaton kuormitus. Esimerkiksi Oulujärvellä yläpuolisesta vesistöstä tulevalla kuormituksella tarkoitetaan Sotkamon ja Hyrynsalmen reiteiltä tulevaa kuormitusta.

3.4 Kuormitusmuutoksen arviointi

Kuormitusmuutoksia ennustettiin kahdessa laskentavaihtoehdossa, jotka olivat perustaso- ja tavoitetasovaihtoehdot. Tarkastelussa päähuomio kohdistui tavoitetasovaihtoehdon vaikutusten arviointiin.

Perustasovaihtoehdossa arvioitiin vesistön tilan, käytön ja muuttavan toiminnan kehitystä vuoteen 2005 asti. Siinä otettiin huomioon sellainen kuormituksen pienentäminen, jota jo tehdään, josta on sovittu ja lisäksi suurella varmuudella tulevaisuudessa tapahtuva kuormituksen vähentäminen.

Tavoitetasovaihtoehdossa vesistön tilan, käytön ja muuttavan toiminnan kehitystä arvioidaan myös vuoteen 2005 asti. Siinä otettiin kuitenkin huomioon kullakin sektorilla vesiensuojelullisesti parhaat teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisiksi (BAT) vuonna 2005 arvioitujen toimintatapojen ja tekniikoiden vaikutukset. Vaihtoehtoon sisältyvät lisäksi perustasovaihtoehdon toimenpiteet. Tavoitetason edellyttämät vesiensuojelutoimenpiteet on kuvattu sektoreittain luvussa 4.

Molemmissa vaihtoehdoissa otettiin huomioon tuotannon laajuudessa ja tuotantotekniikassa odotettavissa olevat muutokset. Vaihtoehtojen sisältö määritettiin yksityiskohtaisesti kunkin sektorin sisällä. Taulukossa 2 on esitetty kehitysarvioita laadittaessa käytetyt oletukset kuormitussektoreittain. Tässä raportissa ei kuvata yksityiskohtaisesti keinoja, joilla esitetty kuormitusalenema arvioidaan saavutettavan. Ne on kuvattu Suomen ympäristökeskuksen raportissa Ehdotus vesiensuojelun tavoitteiksi vuoteen 2005. Taulukossa 3 on esitetty kuormittajille asetettujen tavoitteiden perusteella arvioidut typpi- ja fosforikuormituksen alenemaprocentit sektoreittain.

Koska kuormitusennusteet ovat vain karkeita ja eri toimenpiteiden vaikutusten viivettä on mahdotonta tarkasti arvioida, on kuormituksen alenema ymmärrettävä pikemmin ennusteena kuormituksesta suhteellisen kaukana tulevaisuudessa (10-20 vuotta) keskimääräisenä vesivuotena, kuin täsmälleen vuoteen 2005 sidottuna ennusteena. Vuosi 2005 on valittu, koska on haluttu säilyttää sama aikaperspektiivi kuin ympäristöministeriön ympäristöohjelmassa.

Vesiensuojelun tavoitteiden mukaisilla suosituksilla vesistöjen ravinne-, kiintoaine- ja myrkykuormitusta pienennetään huomattavasti. Merkittävimpien ravinnekuormittajien, peltoviljelyn ja teollisuuden, fosforikuormituksen arvioidaan pienenevän noin puoleen vuoden 1993 tilanteesta (taulukko 3). Teollisuuden ja yhdyskuntien puhdistamojen osalta kuormituksen pieneminen on arvioitu laitospohtaisesti. Esitetyt lukuarvot ovat tarkasteltujen laitosten kuormituksen pienemisprosenttien keskiarvoja. Massa- ja paperiteollisuudessa keskimääräinen fosforikuormituksen pieneminen on noin 55 % ja typpikuormituksen noin 43 %. Yhdyskuntien puhdistamoilla fosforikuormitus vähenee noin 40 %. Typpikuormituksen ei ole arvioitu pienenevän sisävesillä tavoitevaihtoehdossakaan. Perustasovaihtoehdolla saavutettava kuormituksen pieneminen on eri sektoreilla yleensä noin puolet tavoitetasovaihtoehdon arvosta.

Useimmissa kohteissa yläpuolisesta vesistöstä tuleva kuormitus on pääosin peräisin maa- ja metsätaloudesta, laskeumasta ja haja-asutuksesta. Käyttäen hyväksi näiden kuormituslähteiden alenemaprosentteja ja karkeaa arviota eri kuormituslähteiden suhteellisista osuuksista arvioitiin, että yläpuolisista vesistöistä tuleva fosforikuormitus pienenee perustasossa 25 % ja tavoitetasossa 50 %. Typen kuormitusalenemat olivat pienemmät; laskelmissa käytettiin 15 %:n ja 30 %:n alenemia johtuen mm. pienemmästä maatalouden kuormitusalenemasta sekä laskeuman suuremmasta osuudesta. Typpikuormituksen ei ole arvioitu pienenevän sisävesillä tavoitetasovaihtoehdoissakaan.

Taulukko 2. Kuormituksen kehitysarvioita laadittaessa tehdyt oletukset. Tavoitetasovaihtoehdot sisältää eräissä tapauksissa myös perustasovaihtoehdossa tehtyjä oletuksia.

Kuormitus-lähde	Perustasovaihtoehdot	Tavoitetasovaihtoehdot
Teollisuus	<ul style="list-style-type: none"> - Tehtaiden ominaiskuormitus ei nouse - Tiedossa olevat prosessi- ja puhdistamomuutokset otettu huomioon - Kansalliset ja kansainväliset tavoitteet saavutetaan ¹⁾ 	<ul style="list-style-type: none"> - Vuoden 1993 parhaiden tehtaiden ominaiskuormitustaso saavutetaan kaikilla nykyisillä tehtailla - Nykyisin tiedossa olevien säästävään teknologiaan ja vesi-kiertojen sulkemiseen liittyvien sovellusten laajamittaista käyttöönottoa on tapahtunut
Yhdyskunnat	<ul style="list-style-type: none"> - Vähennetään kotitalouksien käyttämien kasvinravinteiden määrää - Puhdistamoja hoidetaan hyvin - Tyypeä poistetaan jätevesistä siellä, missä tyyppi aiheuttaa rehevöitymistä 	<ul style="list-style-type: none"> - Otetaan laajasti käyttöön suodatus ja polyelektrolyytit - Tyypeä poistetaan jätevesistä siellä, missä tyyppi aiheuttaa rehevöitymistä
Haja-asutus	<ul style="list-style-type: none"> - 15 % vanhoista asunnoista liittyy viemäriverkostoon tai poistuu käytöstä - Uusilta asunnoilta vaaditaan aikaisempaa parempaa käsittelyä 	<ul style="list-style-type: none"> - 60 % vanhoista ja 100 % uusista rakennuksista ottaa käyttöön BAT:in
Peltoviljely	<ul style="list-style-type: none"> - Maatalouden muutokset (kesanto vähenee, vilja-ala kasvaa) - Maatalouden ympäristötuen ehtojen mukainen viljely vuosina 1995-1999. Ehtojen säilyttäminen samoina vuodesta 2000 lähtienkin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vesistöjen tilan paranemisen vaatimat taloudellisesti ja teknisesti toteuttamiskelpoiset toimenpiteet - Lannoituksen, kasvipeitteisyyden ja suojakaistojen osalta nykyistä maatalouden ympäristötukiohjelmasta tiukempi
Karjatalous	<ul style="list-style-type: none"> - EU:n ympäristötuen ehdot säilytetään nykyisinä vuodesta 2000 - Lantaloiden kunnostuksen avustaminen - Karjatilojen määrä vähenee 30 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Vuodesta 2000 lähtien lannan varastoinnin ja syyslevityksen osalta nykyisiä ympäristötuen ehtoja tiukempien ehtojen asettaminen tukien saamiselle. Ehdot samanlaisiksi koko maahan. - Lantaloiden kunnostuksen avustamista jatketaan vuoden 1999 jälkeenkin.
Metsätalous	<ul style="list-style-type: none"> - Metsätalouden ympäristöohjelman suosituksista saadaan täytäntöön pantua noin puolet 	<ul style="list-style-type: none"> - Metsätalouden ympäristöohjelman suositusten täytäntöönpano koko laajuudessaan
Kalankasvatus (merialue)	<ul style="list-style-type: none"> - Alennetaan merialueen verkkoallaslaitosten ominaiskuormitusta noin 1/4 - Saneerataan 1/3 verkkoallaslaitoksista - Tuotanto ei nouse 	<ul style="list-style-type: none"> - Alennetaan merialueen verkkoallaslaitosten ominaiskuormitusta noin 1/3 - Saneerataan suurin osa verkkoallaslaitoksista - Tuotanto ei nouse

¹⁾ Massa- ja paperiteollisuudessa oletettu, että Nordiska Ministerrådetin vuodelle 2000 esittämä tavoite toteutuu. Tehdaskohtaisissa tarkasteluissa on tuotantoennusteena käytetty vesioikeuden luvissa tai lupahakemuksissa esitettyjä maksimikapasiteetteja.

²⁾ Paras tekniikka tarkoittaa tässä kuormituksen alentamista käyttämällä kompostikäymälöitä tai vastaavia, rakentamalla jätevesien käsittelemiseksi maa- ja pienpuhdistamoita tai erikoistapauksissa johtamalla jätevedet umpisäiliöön.

Taulukko 3. Fosfori- ja typpikuormituksen oletettu väheneminen laskentavaihtoehtoissa. P tarkoittaa fosforia ja N typpeä.

	Perustasovaihtoehto	Tavoitetasovaihtoehto
Teollisuus		55 % (P), 43 % (N) ¹⁾
Yhdyskunnat		40 % (P), 0 % (N) ¹⁾
Haja-asutus	20 %	65 %
Peltoviljely	25 % (P), 15 % (N)	50 %
Karjatalous	60 %	85 %
Metsätalous	25 %	50 %
Kalankasvatus	25 %	35 %
Turvetuotanto	30 %	50 %
Turkistarhat	20 %	40 %
Laskeuma	0 %	0 %

¹⁾ Tarkasteltujen laitosten alenemien keskiarvo. Laitoskohtaiset alenemaprocentit on laskettu käyttäen taulukossa 2 esitettyjä periaatteita.

3.5 Vesistön tilan muutoksen ennustaminen

Vesistön tilassa tapahtuvan muutoksen ennustamiseen käytettiin vedenlaatumalleja, limnologista tietoa ja loogista päättelyä (verrannot, regressiot). Menettely oli seuraava:

- arvioitiin vesistön luonnontilainen fosfori- ja typpipitoisuus,
- laskettiin kuormituksesta aiheutunut ravinnepitoisuuden nousu,
- laskettiin ravinnekuormitusmuutoksen vaikutus ravinnepitoisuuksiin ja
- arvioitiin vesistön käyttökelpoisuudessa tapahtuvat muutokset.

Useista järvistä ei ollut lainkaan vedenlaatuaineistoa ajanjaksolta, jolloin ihmisen aiheuttama kuormitus oli vähäistä. Sen vuoksi näiden järvien luonnontilaiset pitoisuudet arvioitiin karkeasti lähellä luonnontilaa olevien samankaltaisten vesistöjen avulla. Ihmisen aiheuttaman kuormituksen ja luonnonhuuhtoutuman erottaminen oli välttämätöntä, koska luonnonhuuhtouma ei ollut mukana kuormitustarkastelussa. Laskelmissa käytetyt arvot vaihtelivat seuraavasti eri tyyppeissä vesistöissä:

	Fosfori ($\mu\text{g/l}$)	Typpi ($\mu\text{g/l}$)
Kirkasvetiset järvet	6-10	250 (TOC=5 $\mu\text{g/l}$)
Humusjärvet	12	500 (TOC=12 $\mu\text{g/l}$)
Savisameat järvet	15-20	

Arvioitaessa vesistön käyttökelpoisuuden muuttumista otettiin huomioon erityisesti se, minkälaisia muutoksia kuormituslennuksesta aiheutuu niihin muuttujiin, jotka ensisijaisesti vaikuttavat tarkastellun vesistön luokitukseen.

Laskentavaihtoehtojen vesistövaikutukset laskettiin mallilla vain niissä kohteissa, joissa mallien soveltamisesta ei aiheutunut suurta lisätyötä. Näin meneteltiin Äänekosken alapuolisessa vesistössä (Lehtinen & Virtanen 1993), Päijänteellä (Lehtinen ym. 1993, Lehtinen & Virtanen 1993a), Säkylän Pyhäjärvellä (Malve ym. 1994) ja Iijoen vesistössä (Alasaarela ym. 1995). Näissä kohteissa mallisovellukset olivat suhteellisen tuoreita, ajanmukaisia ja vastikään laadittuja.

Jo aikaisemmin tehtyjen vedenlaatumallisovellusten tuloksia hyödynnettiin Porvoonjoella (Malve 1991), Etelä-Saimaalla (Koponen ym. 1987), Pielisjoella (Savolainen & Malve 1990), Pyhäselällä (Koponen ym. 1990, Huttula ym. 1995), Lohjanjärvellä (Hiismäki & Virtanen 1984), Valkeakosken alapuolella (Koponen 1989,

Luonsi 1991), Näsijärvellä (Koponen 1984, Lehmusluoto ym. 1984, Virtanen ym. 1986) ja Oulujärvellä (Lehtinen ym. 1989). Hyödyntämättä jätettiin useahkoja em. vanhempia mallisovelluksia. Menossa tai vireillä olleita sovelluksia ei tämän työn tarpeisiin kiirehditty eikä uusiin sovelluksiin tätä työtä varten ryhdytty.

Tarkastelussa on arvioitu kuormitusmuutosten vaikutuksia

- 1) vesistön ravinnepitoisuuksiin ja
- 2) vesistön rehevyyteen.

Vesistövaikutuksia arvioitaessa on noudatettu seuraavia periaatteita:

- 1) Ravinnekuormitus-ravinnepitoisuus -riippuvuus:

Vesistöissä, joissa ei ole merkittävää sisäistä kuormitusta pitoisuuden vesistössä oletettiin alenevan yhtä paljon kuin kuormitusaleneman. Jos vesistön tiedettiin tai epäiltiin olevan voimakkaasti sisäkuormitteinen esimerkiksi alusveden ajoittaisen hapettomuuden tai korkeiden ravinnepitoisuuksien perusteella, käytettiin kuormitusalenemaa pienempää pitoisuusalenemaa. Sisäkuormitteisissa vesistöissä veden fosforipitoisuus ei nimittäin lyhyellä aikavälillä alene samassa suhteessa kuormituksen alenemisen kanssa. Merkittävästi sisäkuormitteisissa järvissä pitoisuusalenema on 1/3-2/3 kuormitusalenemasta (Lappalainen 1994, suullinen tiedonanto). Sisäisen kuormituksen ollessa hallitseva käytettiin kerrointa 1/3, ja jos sisäisen kuormituksen arvioitiin olevan ulkoista pienempi käytettiin kerrointa 2/3.

Kuormituksesta aiheutuvan ravinnepitoisuuden määrittystä ja ravinnekuormitusmuutoksen vesistövaikutuksen arviointia havainnollistaa seuraava esimerkki: Järven nykyinen fosforipitoisuus on $25 \mu\text{g/l}$ ja arvioitu pitoisuus luonnontilassa $15 \mu\text{g/l}$. Kuormituksesta aiheutuva fosforipitoisuuden nousu on ollut siis $10 \mu\text{g/l}$. Fosforikuormituksen ennustetaan alenevan vuoteen 2005 mennessä 50 %. Jos kuormitus vähenee puoleen, myös kuormituksesta aiheutuva fosforipitoisuuden nousu pienenee puoleen eli ennuste vesistön fosforipitoisuudeksi on $20 \mu\text{g/l}$. Edellä mainitussa esimerkissä vesistössä ei joko esiinny merkittävää sisäistä kuormitusta tai sitten kuormitusaleneman arviossa on otettu huomioon sisäinen kuormitus.

- 2) Ravinnekuormitus-rehevyys -riippuvuus:

Vesistön rehevydessä tapahtuvia muutoksia arvioitaessa tarkasteltiin samanaikaisesti kokonaisfosforin, liuenneen fosforin ja kokonaistypen kuormitusmuutoksia. Lyhytviipymäisissä vesistöissä (lähinnä joet) tarkastelussa otettiin huomioon myös kuormituksen ajoittuminen tuotantokaudelle.

Typen kohdalla on tarkasteltu vain kokonaistyyppikuormituksen muutoksia. Tämä johtuu ensisijaisesti siitä, että tyypestä ei ole tietoa yhtä paljon kuin fosforista. Myös se seikka, että fosfori on useimmissa järvissämme tyypeä voimakkaammin tuotantoa rajoittava tekijä, on vaikuttanut sekä menettelyyn että mittaustulosten niukkuuteen.

Vesistövaikutuksia arvioitaessa fosforikuormituksen prosentuaalisena alenemana käytettiin järvissä kokonaisfosforin ja liuenneen fosforikuormituksen prosentuaalisista alenemista pienempää. Joissa minimiarvo oli kokonaisfosforin, liuenneen fosforin ja touko-syyskuun välille ajoittuvan liuenneen fosforin kuormituksen pienin alenema. Joissa tuotantokauden ulkopuolelle ajoittuvalla kuormituksella ei lyhyen viipymän vuoksi ole niin suurta merkitystä kuin järvissä.

Nyrkkisääntönä käyttökelpoisuusluokituksen muutosta arvioitaessa oli, että yleinen käyttökelpoisuusluokka paranee, jos nykyisistä keskimääräisistä pitoisuuksista laskettu uusi arvo on yhtä suuri tai ohittaa luokitusrajan.

Vesistön käyttökelpoisuudessa tapahtuvien muutosten arvioimisessa jouduttiin myös arvioimaan mm. veden värissä, alusveden happipitoisuuksissa, hygieenisessä tilassa ja sedimentin myrkyypitoisuuksissa tapahtuvia muutoksia niissä vesistöissä, joissa jokin tai jotkut muut tekijät kuin ravinnepitoisuudet ja rehevyys alentavat luokitusta.

Useissa vesistöissä tarkastelu ei koskenut koko vesistöä, vaan se rajattiin suppeammalle, vedenlaadultaan heikoimmalle alueelle. Esimerkiksi Lohjanjärvellä tarkasteltiin erityisesti kahdelle vedenlaadultaan huonoimmalle osa-alueelle (Aurlahti, Hållsnäsfjärden) tulevaa kuormitusta ja sen perusteella arvioitiin myös muualla vesistössä tapahtuvia muutoksia. Näin meneteltiin, koska varsinkin vesistöissä, joissa on pistemäistä kuormitusta ja eri laatuluokkiin kuuluvia alueita, ei vesistön kokonaiskuormituksen muutos anna oikeaa kuvaa eri osa-alueiden kuormitus- ja vedenlaatumuutoksista. Tulosten arviointivaiheessa tarkastelua on eräissä kohteissa laajennettu tarkasteltavan kohteen ylä- ja alapuolisille vesistönsille. Esimerkiksi Vanajan reitillä tarkasteltiin ensivaiheessa vain Hämeenlinnan läheisyydessä sijaitsevan Hattulanselän kuormitusta ja tilaa. Hattulanselän tulosten ja eri lähteistä tulevan kuormituksen alenema-arvioiden perusteella arvioitiin myös alapuolisen Vanajanselän veden laadun kehittymistä.

Vesistön tilassa ja käyttökelpoisuudessa tapahtuvia muutoksia on tässä arvioitu ensisijaisesti vesistön yleisluokituksen muutoksina. Muutoksia on yksityiskohtaisesti arvioitu vain tavoitetasovaihtoehdolle, koska yleisluokitusasteikolla luokkien väliset erot ovat varsin suuret eikä sillä siksi kyetä kuvaamaan vedenlaadun vähäisiä muutoksia. Tästä johtuen perustason ja tavoitetason laatuluokitusten vertailu ei välttämättä antaisi oikeaa kuvaa vedenlaadun paranemisesta.

Tarkastelun tulokset

Tarkastelun tulokset esitetään seuraavasti: Kohdassa 4.1 on keskeisimmät tulokset järvittäin ja joittain. Kohdassa 4.2 on yhteenveto vesistön tilan ja käytön ongelmista ja minimiravinnetarkastelusta. Kohdassa 4.3 on jaoteltu vesistöt kuormituksen perusteella massa- ja paperiteollisuuden kuormittamiin vesistöihin ja maatalouden voimakkaasti kuormittamiin vesistöihin sekä arvioitu niiden kuormituksessa ja tilassa tapahtuvia muutoksia. Kohdassa 4.4 on analysoitu tarkasteluun sisältyvää epävarmuutta.

4.1 Tulokset järvittäin ja joittain

Tässä kohdassa esitetään lyhyt yhteenveto tarkasteltujen järvien ja jokien veden laadusta, kuormituksesta sekä kuormituksen ja tilan muutoksista. Ravinteiden kohdalla tarkastellaan kokonaisravinnekuormitusta. Yhteenveto fosforikuormituksen prosentuaalisista alenemista sekä perustaso- että tavoitetasovaihtoehtoisissa on esitetty liitteessä 4. Kohteet esitetään vesistöalunumeron mukaisessa järjestyksessä. Osasta vesistöjä on tätä työtä varten laadittu taustaselvityksiä. Tehdyt selvitykset on lueteltu liitteessä 1.

4.1.1 Järvet

Etelä-Saimaalla (vesistöalunumero on 4.11) tarkoitetaan tässä yli 400 km² laajuista aluetta, johon kuuluu Lauritsalan, Joutsenon ja Tainionkosken edustat ja Etelä-Saimaan laajat selkävedet. Alueen vedenlaatu on parantunut viime vuosina. Suurin osa alueesta kuuluu nykyisin (1990-luvun alussa) luokkiin hyvä ja tyydyttävä. Alueelle kohdistuu voimakas pistemäinen kuormitus. Lähes kaikki alueen ravinnekuormitus on peräisin massa- ja paperiteollisuudesta. Fosfori on ensisijaisesti tuotantoa rajoittava ravinne varsinkin puhtaammilla alueilla. Tavoitetasovaihtoehtodossa kuormitus alenisi noin 45 %. Tällä olisi huomattavia suotuisia vaikutuksia veden laatuun. Välttävään luokkaan kuuluvat alueet häviäisivät ja lähes kaikki nykyisin hyvään luokkaan kuuluvat alueen muuttuisivat erinomaiseksi.

Kallavedellä (4.27) tarkastelu rajattiin veden laadultaan heikoimmalle keskiosalle. Alue ulottuu Kuopion kaupungista noin 10 km etelään Ollinselälle asti. Kuopion pohjoispuolella on välttäväksi luokiteltu vesialue, muutoin keskiosa on laadultaan hyvää. Vesiluonnolle on haittaa aiheuttanut joidenkin syvänteiden hapettomuus ja virkistyskäytölle ajoittaiset leväkukinnat. Tuotantoa rajoittaa ensisijaisesti fosfori. Alueen ravinnekuormituksesta hyvin suuri osa, noin 85 %, tulee Iisalmen ja Nilsian reiteiltä ja on peräisin peltoviljelystä ja karjataloudesta. Tavoitetasovaihtoehtodossa fosforikuormitus alenee lähes 50 % ja typpikuormitus yli 35 %. Veden laatuluokituksessa ei tapahdu muutoksia, tyydyttävään kuuluva alue säilyy ennallaan ja aluetta jouduttaneen edelleen ilmastamaan.

Pielisjoki ja Pyhäselän (4.32) pohjoisosa ovat Pohjois-Karjalan kuormitetuimpia vesialueita. Pyhäselän veden laatu on järven pohjoisosissa tyydyttävä ja muutoin pääosin hyvä. Ongelmana on rehevyys ja puhdistamojen lähialueilla huono hygieeninen laatu. Fosfori on ensisijaisesti tuotantoa rajoittava ravinne. Pyhäselän kuormitus on peräisin pääosin Pielisjoesta ja Joensuun kaupungista. Pielisjoesta tulevan ravinnekuormituksen määrä on olennaisesti vähentynyt, kun Uimaharjun vanha sellutehdas korvattiin prosessiltaan ja puhdistamoltaan nykyaikaisella tehtaalla. Kuormituksen pienennettyä 1990-luvun alussa Pyhäselän pohjanläheisen veden happitilanne on parantunut ja veden a-klorofyllipitoisuus vähentynyt kolmanneksella. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee vajaa 40 % ja typpikuormitus vajaa 10%. Sen seurauksena on osan, noin 20 km², Pyhäselän tyydyttävään luokkaan kuuluvasta alueesta arvioitu muuttuvan hyvään luokkaan. Pielisjoen vedenlaadussa tapahtuvia muutoksia on käsitelty kohdassa 4.1.2.

Karjalan Pyhäjärvi (4.39) kuuluu ehdotettuihin erityistä suojelua vaativiin vesiin. Erityissuojelun tavoitteena on vesistöalueen säilyttäminen oligotrofisena ja mahdollisimman luonnontilaisena sekä samalla järven kalataloudellisen arvon turvaaminen. Pyhäjärven veden laadussa on suuria alueellisia eroja. Selkävedet ovat veden laadultaan pääosin erinomaisia, kalanviljelylaitoksen lähialueella ja eräissä järven pohjoisosan lahdissa vesi on laadultaan vain tyydyttävää. Pyhäjärven nykytila on tavallaan ristiriitainen: toteutetut kuormituksen vähentämistoimenpiteet ovat parantaneet tilaa aiemmin kuormitetuimmilla alueilla, toisaalta vähittäinen rehevöityminen etenee. Fosfori on ensisijaisesti tuotantoa rajoittava tekijä. Suurimmat kuormituslähteet ovat maatalous ja laskeuma. Niiden kummankin osuus on noin 30 %. Tavoitetasovaihtoehdossa kokonaisfosforin kuormitus alenee noin 35 % ja kokonaistypen noin 20 %. Veden laatu paranisi erityisesti kalankasvatustilanteen lähialueilla ja lahdissa. Valuma-alueen luonteen vuoksi koko järveä ei ole mahdollista saada erinomaiseen laatuluokkaan. Osa järvestä ja sen valuma-alueesta sijaitsee Venäjän puolella. Näiltä alueilta tulevaa kuormitusta ei ole arvioitu.

Koitere (4.94) kuuluu eräitä ranta-alueitaan lukuun ottamatta hyvään laatuluokkaan. Luokan määräävinä tekijöinä ovat melko korkea väriluku ja kokonaisfosforipitoisuus. Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuudet ovat kohonneet lähes kaksinkertaisiksi ja a-klorofyllipitoisuuden arvot noin puolitoistakertaisiksi arvioituun vertailutilaan verrattuna. Tyydyttävään luokkaan kuuluvat alueet ovat jokien ja järven vaihteluvuorokäytön; jokien mukana tulee humuspitoista ja paikoin myös ravinteikasta vettä. Säännöstelyn aiheuttama ranta-alueiden sortuminen ja eroosio on vaikeuttanut rantojen virkistyskäyttöä. Metsätalous on suurin kuormittaja. Sen osuus kokonaisfosforikuormituksesta on lähes 50 %. Myös laskeuman osuus on merkittävä, noin 40 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 30 % ja typpikuormitus laskeuman suuren osuuden vuoksi vain vajaa 10 %. Fosforikuormituksen alenema on niin suuri, että se hidastaa tai pysäyttää rehevöitymiskehityksen, mutta vedenlaatuluokitus säilyy ennallaan korkeiden veden väriarvojen vuoksi.

Konnivedestä (14.13) valtaosa kuuluu luokkaan erinomainen. Pistekuormittajien alapuolella on myös huonoon ja välttävään luokkaan kuuluvia alueita. Ongelmana alueella on rehevyys ja alusveden happipitoisuus. Suurin pistekuormittaja on aaltokartonkitehdas. Massa- ja paperiteollisuuden osuus vesistön fosforikuormituksesta on tällä hetkellä yli 70 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenisi vajaa 70 %. Myös happea kuluttava kuormitus alenisi yli 60 %. Typen alenema olisi edellisiä selvästi pienempi noin 25 %. Varsinkin voimakkaimmin kuormitettujen alueiden tilassa tapahtuisi tavoitetasovaihtoehdossa selvä parannus.

Äänekoski-Pohjois-Päijänne (14.22, 14.31-14.35) käsitti tarkastelussa vesialueen, joka ulottuu Äänekosken tehtailta Päijänteellä Kärkisten salmeen saakka.

Nykyinen vedenlaatu on Äänekoskelta Ristiselälle saakka tyydyttävä. Ristiselkä kuuluu luokkaan hyvä. Käyttökelpoisuusluokitusta alentaa erityisesti rehevyys. Suurin kuormittaja on Äänekosken massa- ja paperiteollisuus. Sen osuus fosforikuormituksesta on Äänekosken alapuolisessa vesistönosassa noin 30 %. Äänekosken tehtaiden fosforikuormitus on pienentynyt merkittävästi 1990-luvun alussa, kun vuonna 1985 valmistuneen biologisen puhdistamon ohjausta tehostettiin. Merkittävää kuormitusta aiheuttaa myös Saarijärven reitiltä tuleva suhteellisen runsasravinteinen ja humuspitoinen vesi. Lähivaluma-alueelta tulevan hajakuormituksen merkitys on vähäinen. Pohjois-Päijänteen veden laatuun vaikuttavat Äänekoskelta tulevan kuormituksen lisäksi myös Jyväskylän kaupungin ja pienehkön paperiteollisuuslaitoksen jätevedet. Äänekosken suunnalta tulevan kuormituksen pienentyminen on 1980-luvulla parantanut happitilannetta myös Päijänteen Poronselällä ja Ristiselällä. Lisäksi Pohjois-Päijänteen fosforipitoisuudet ovat hieman alentuneet. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee noin kolmannekseen ja typpikuormitus noin neljännekseen 1990-luvun alun tasosta. Kuormituksen alenemisen on arvioitu parantavan Leppäveden ja Poronselän vedenlaadun luokkaan hyvä. Jo tällä hetkellä kyseiset vesistöt ovat tyydyttävän ja hyvän rajalla.

Keski-Päijänteeseen (14.22) luettiin tässä tarkastelussa Jämsän edustan Souselkä ja osa Lehtiselkää. Vedenlaadultaan alue on tyydyttävää ja hyvää. Tehtaiden purkuputkien läheisyydessä on myös huonoimpiin laatuluokkiin kuuluvia alueita. Vedenlaatu on viime vuosina parantunut selvästi sen jälkeen, kun paperitehtaat ovat vähentäneet päästöjä prosessiteknisin keinoin ja aktiivilietelaitosten toimintaa tehostamalla. Tiirinselkä on edelleen selvästi rehevä ja sen kaloissa on esiintynyt makuhaittoja. Muiden selkävesien rehevöityminen on lievähköä. Fosfori on ensisijaisesti tuotantoa rajoittava ravinne. Suurimmat fosforikuormittajat ovat paperiteollisuus sekä peltoviljely noin 30 %:n kuormitusosuuksilla. Tavoitetasovaihtoehdossa fosfori- ja typpikuormitus vähenevät noin 30 %. Paperiteollisuuden kuormituksen ei tarkastelussa oleteta pienenevän nykyisestään, koska tuotannon oletetaan kasvavan voimakkaasti ja koska jätevesien puhdistusteho on jo nykyisin varsin hyvä. Tavoitetasovaihtoehdossa aikaisemmin hyvään laatuluokkaan kuuluvien alueiden on arvioitu muuttuvan erinomaiseksi ja tyydyttävään laatuluokkaan hyväksi.

Rautalammin reitillä tarkasteltiin Nokisenkosken ja Konneveden välistä aluetta (14.712) ja erityisesti Äijävetä. Alueen vesi on laadultaan hyvää. Rautalammin reitti on luonteeltaan melko kirkasvetinen, verraten niukkaravinteinen vesistöalue. Reitin järvillä on viime vuosina ollut havaittavissa rehevöitymiskehitystä, mikä on ilmennyt leväkasvuston lisääntymisenä ja paikoin haitallisina sinileväkukintoina. Suurimmat ravinnekuormittajat ovat kalankasvatus ja peltoviljely. Kalankasvatuksen osuus fosforikuormituksesta on noin 30 % ja peltoviljelyn noin 25 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosfori- ja typpikuormitus pienenevät noin 30 %. Vedenlaatu- luokituksesta ei tapahdu muutoksia, mutta rehevöitymisen aiheuttamat ongelmat vähenevät.

Artjärven Pyhäjärvi ja Villikkalanjärvi (16.003) sijaitsevat Itä-Uudenmaan maatalousalueella. Pyhäjärvi on veden laadultaan tyydyttävää ja välttävää, Villikkalanjärvi huonoa. Villikkalanjärvi on ajoittain typpirajoitteinen, Pyhäjärvi sen sijaan on aina fosforirajoitteinen. Merkittävin kuormittaja on peltoviljely. Sen osuus sekä fosforin että typen kokonaiskuormituksesta on noin 80 %. Matalassa ja ajoittain kerrostuvassa Villikkalanjärvessä sisäisen fosforikuormituksen arvioitiin olevan noin puolet liuenneen fosforin kokonaiskuormituksesta. Syvässä, kasvukaudella kerrostuvassa Pyhäjärvessä sisäisen kuormituksen arvioitiin olevan merkityksetöntä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee noin 40 % ja typpikuormitus noin 30 %. Vesistöjen fosforipitoisuudet ovat molemmilla järvillä niin korkeat, että kuormituksen voimakas alentaminenkaan ei paranna laatuluokitusta. Villikka-

lanjärvellä muutos fosforipitoisuuksissa on pienempi kuin Pyhäjärvellä suuren sisäisen kuormituksen vuoksi.

Lohjanjärvellä (23.02) tarkastelun painopiste oli kahdella likaantuneimmalla alueella: Aurlahdella ja Hällsnäsfjärdenissä. Näiden lisäksi arvioitiin kuormituksen ja tilan kehitystä myös koko Lohjanjärvellä. Lohjanjärvestä suurin osa kuuluu luokkaan hyvä ja tyydyttävä. Lisäksi on myös välttävään ja huonoon vedenlaatu-luokkaan kuuluvia alueita. Fosfori on tuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne. Peltoviljely on suurin kuormittaja, sen osuus kuormituksesta on noin 40 %. Paikallisesti paperiteollisuuden kuormituksella on huomattavaa merkitystä; sen osuus koko järven kuormituksesta on kuitenkin vain noin 10 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosfori- ja typpikuormitus alenee noin 40 %. Suurimmat muutokset vedenlaadussa tapahtunevat vaihettumisalueilla, joilla pistekuormituksen vaikutus vaimenee. Voimakkaimmin kuormitetuilla alueilla, varsinkin Hällsnäsfjärdenin-Kyrkofjärdenin alueella sisäinen kuormitus on kuitenkin niin suurta, että ulkoisen kuormituksen vähentämistoimenpiteet eivät ole riittäviä, jos alueen veden laadussa halutaan saada aikaan oleellisia parannuksia.

Säkylän Pyhäjärvi (34.03) on luokiteltu luokkaan hyvä. Järven tila on kuitenkin 1990-luvulla heikentynyt. Järvellä on esiintynyt 1990-luvulla enenevässä määrin levien massakukintoja. Sekä fosfori että typpi voivat usein yhtäaikaaisesti rajoittaa tuotantoa. Suurin fosforikuormittaja on peltoviljely noin 55 % kuormitusosuudella. Merkitystä on myös sisäisellä kuormituksella, jonka aiheuttajaksi epäillään resuspensiota ja bakteeritoimintoja. Myös kalastolla on merkittävä vaikutus järven tilaan. Tavoitetasovaihtoehdossa ulkoinen fosforikuormitus alenee noin 45 % ja typpikuormitus noin 35 %. Kuormituksen voimakkaasta vähenemisestä huolimatta Säkylän Pyhäjärven tila tuskin paranee luokkaan erinomainen tavoitetasovaihtoehdossa-kaan. Suuren sisäisen kuormituksen ja tarkastelun aikajänteen lyhyiden vuoksi veden laadun luokituksen on arvioitu säilyvän ennallaan. Toisaalta, jos mitään merkittäviä vähennyksiä ulkoisessa ravinnekuormituksessa ei tehdä, järven tilan arvioidaan heikkenevän tyydyttäväksi.

Kuloveden (35.132) veden laatu on tyydyttävää. Luokitusta alentaa korkea ravinnepitoisuus ja veden huono hygieeninen laatu. Fosfori on ensisijaisesti tuotantoa rajoittava ravinne. Kuloveden ravinnekuormitus on peräisin yläpuolisesta vesistöstä Tampereen ja Valkeakosken suunnalta, pääasiassa massa- ja paperiteollisuudesta, peltoviljelystä ja yhdyskunnista. Lähialueelta tulevan kuormituksen merkitys on niihin verrattuna suhteellisen vähäinen. Lähivaluma-alueelta tulevan fosforikuormituksen osuus on noin 15 % koko järven fosforikuormituksesta. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 40 %. Kuloveden paraneminen hyvään luokkaan riippuu hygieenisessä tilassa tapahtuvista muutoksista. Jos bakteeripitoisuudet vähenevät olennaisesti, luokka voi muuttua hyväksi.

Tampereen Pyhäjärven (35.21) tarkastelu rajoittui järven pohjoisosaan. Pohjoisosan etelärajaksi on tässä tarkastelussa asetettu Luodonsaari. Pyhäjärvi on voimakkaasti rehevöitynyt. Pyhäjärven itäpäässä sijaitsevaa syvännettä ilmastetaan kesäisin. Rehevyys- ja hygieniaongelmien vuoksi Tampereen puoleinen osa järveä on luokiteltu välttäväksi noin 40 km²:n alalla. Fosfori on tuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne. 1980-luvun puolivälissä tapahtunut pistekuormituksen aleneminen Pyhäjärvellä ja Näsijärvellä näkyy esimerkiksi järven happitilanteen paranemisessa ja ligniininimäärien vähenemisestä. Vaikutukset järven ravinnepitoisuuksiin ovat olleet vähäisemmät. Yhdyskunnat ja massa- ja paperiteollisuus ovat suurimmat kuormittajat. Niiden kummankin osuus fosforikuormituksesta on noin kolmannes ja yhdyskuntien osuus typpikuormituksesta on yli 70 %. Massa- ja paperiteollisuuden kuormitus on pääosin peräisin Näsijärvestä Lielahden tehtaalta. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee hieman yli 40 % ja typpikuormitus noin 20 %. Laatuluokitus ei kuitenkaan parane, ellei yhdyskuntien jätevesien bakteeripitoisuuksia saada nykyistä pienemmiksi. Tarkastelussa luokituksen arvioitiin säilyvän nykyisellään.

Valkeakosken alapuolisessa (35.22) vesistössä tarkasteltiin Kärjenniemenselälle tulevaa kuormitusta. Alue on vedenlaadultaan pääosin tyydyttävää, mutta siellä on myös välttävään ja huonoon luokkaan kuuluvia alueita. Kärjenniemenselän tila on elpymässä. Pohjanläheisissä vesikerroksissa on kuitenkin edelleen hapettomuutta. Jätevesien vaikutus näkyy myös sameudessa, sähkönjohtavuudessa, ligniini-, sulfaatti- ja sinkkipitoisuudessa. Fosforipitoisuus on lievästi rehevällä tasolla. Teollisuus on selvästi suurin kuormittaja, noin 50 %:n kuormitusosuudella. Merkittävimmät typpikuormittajat ovat teollisuus ja maatalous, niiden kummankin osuus kuormituksesta on noin kolmannes. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 50 % ja typpikuormitus noin 30 %. Näillä kuormitusalenemilla Kärjenniemenselän ja sen alapuolen on arvioitu paranevan luokkaan hyvä. Pohjaan kerrostuneet kuidut pitävät likaantuneimpien alueiden luokituksen nykyisellään.

Vanajan reitillä ravinnetarkastelu kohdennettiin Hattulanselälle (35.232). Sen kuormituksessa tapahtuvien muutosten perusteella arvioitiin myös Vanajanselän veden laadussa tapahtuvia muutoksia. Hattulanselkä on veden laadultaan välttävää. Vesi on rehevää ja alusvedessä on talvisin esiintynyt hapettomuutta. Sekä fosfori että typpi voivat rajoittaa tuotantoa. Selvästi suurin kuormittaja on peltoviljely, sen osuus kuormituksesta on lähes 80 %. Hämeenlinnan puhdistamon jätevesien osuus Hattulanselän typpikuormituksesta on noin kolmannes. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee vajaa 50 % ja typpikuormitus vajaa 20 %. Veden laadun paraneminen ei kuitenkaan aiheuta luokkamutosta, koska ravinnepitoisuudet ovat nykyisin hyvin korkeat. Vanajanselkä on tuotannoltaan rehevä. Ravinnepitoisuudet ovat ajoittain laadultaan hyvän veden arvoja. Tavoitetasovaihtoehdossa Vanajanselän luokan arvioidaankin muuttuvan tyydyttävästä hyväksi.

Näsijärven eteläosalla (35.31) tarkoitetaan pohjoisessa Unnekivensalmeen ja etelässä Tammerkosken rajautuvaa aluetta. Suurin osa alueesta kuuluu luokkaan hyvä. Siihen kuuluu myös suppeita välttävään ja tyydyttävään luokkaan kuuluvia alueita. Näsijärvi on fosforirajoitteinen. Yli puolet altaan ravinnekuormasta on peräisin yläjuoksulta. 55 % tyyppistä ja vajaa 70 % fosforista tulee Muroleensalmen kautta. Suurin kuormittaja on peltoviljely; sen osuus fosfori- ja typpikuormituksesta on noin 50 %. Tampereen Lielahdessa sijaitsevan CTMP-tehtaan jätevesien fosforikuormituksesta 80 % siirtyy Tammerkosken kautta alapuoliseen Pyhäjärveen. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee hieman yli 50 %. Näsijärven etelä- ja keskiosan selkävedet ovat nykyisin melko lähellä erinomaista luokkaa ja tavoitetasovaihtoehdossa veden fosforipitoisuus arvioitiin laskevan laajoilla alueilla nykyisestä 14 µg/l alle erinomaisen ja hyvän laatuluokan raja-arvon 12 µg/l. Tarkastelussa on oletettu, että ravinnekuormituksen vähentäminen alentaa myös humuskuormitusta ja laskee veden väriarvon alle 50. Myös likaantuneimpien alueiden luokitus paranee aivan purkuputken lähialueita lukuun ottamatta.

Mäntän alapuolisessa (35.332) vesistössä huomio kohdistui Paloselälle tulevan kuormituksen arviointiin. Tulosten perusteella arvioitiin muutoksia vedenlaadussa myös laajemmalla Mäntästä Ruoveden pohjoisosiin ulottuvalla vesialueella. Alueen vedenlaatu on pääosin tyydyttävää ja välttävää. Vesistö on toipumassa 1990-luvun alkuun jatkuneesta voimakkaasta kuormituksesta. Kuormituksen vaikutukset näkyvät vielä erityisesti pohjakerrostumissa. Suurimmat ongelmat ovat sedimentin kuitukerrostumat, alusveden ajoittainen hapenvajaus, limoittuminen ja kalaston särkivaltaistuminen. Fosforin lisäksi typpi voi selkeästi rajoittaa tuotantoa. Paloselällä maatalous on suurin kuormittaja, sen osuus fosfori- ja typpikuormituksesta on lähes 40 %. Massa- ja paperiteollisuuden kuormituksen osuus fosforikuormituksesta on noin neljännes. Paloselällä myös sisäisellä kuormituksella on merkitystä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 50 % ja typpikuormitus noin 30 %. Näissä luvuissa ei ole mukana sisäistä kuormitusta, jonka suuruudesta ei ole tarkkoja arvioita. Veden laadussa tapahtuu paranemista

varsinkin välittömästi purkuputken alapuolella. Alempana vesistössä, esimerkiksi Paloselällä, suuri sisäinen kuormitus lieventää kuormitusaleneman vaikutuksia.

Nummijärvi (36.07) sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Karvianjoen vesistössä. Järven vedenlaatu on välttävää. Ongelmia ovat rehevöityminen, vesikasvuston lisääntyminen ja hapen loppuminen talvella. Nummijärvellä on ajoittain ollut kalakuolemia. Järveä on hapetettu eräinä talvina 1980-luvulla. Kokonaisfosfori ja klorofylli ovat luokitusta laskevia tekijöitä. Nummijärvi on usein sekä fosfori- että typpirajoitteinen. Sen kuormitus on selvästi ylittänyt järven sietokyvyn. Nykyinen fosforikuormitus on niin suuri, että ilman kuormituksen alentamistoimenpiteitä järvi rehevöityy edelleen. Merkittävimmät ulkoiset kuormittajat ovat peltoviljely ja metsätalous. Myös sisäinen kuormitus on merkittävää. Sen suuruuden on arvioitu olevan yli puolet ulkoisen kuormituksen suuruudesta. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 50 % ja typpikuormitus noin 30 %. Kuormituksen vähenemisen vaikutukset järven tilaan ovat selvästi positiivisia, mutta vaikutukset eivät ole kovin nopeita. Rehevöitymiskehitys lakkaa, mutta nykyiset ongelmat säilyvät. Tavoitetasovaihtoehdossakaan järveä ei saada tyydyttävään luokkaan korkeiden klorofyllipitoisuuksien vuoksi. Järven tilan muuttaminen tarkastelujaksolla edellyttää toimenpiteitä myös itse järvessä.

Lestijärvi (51.04) on kehittynyt vähitellen 1960-luvun alun karusta järvestä järveksi, jossa on esiintynyt voimakkaita rehevöitymisiä. Lestijärvi kuuluu yleiseltä käyttökelpoisuudeltaan luokkaan hyvä. Klorofyllipitoisuudet ovat nykyisin lähellä eutrofian alarajaa. Suhteellisen korkea rehevyystaso sekä kiintoainekuormitus on heikentänyt taloudellisesti arvokkaiden kalojen, varsinkin muikun, elinolosuhteita. Veden laatu on kuitenkin parantunut 1980-luvun tasosta. Järven tilan kannalta on ongelmallisinta kuitenkin pohjan laadun heikkeneminen, mikä ilmenee talviaikaisena alusveden happipitoisuuden laskevana trendinä, pohjaeläinlajiston köyhtymisenä, rehevöitymisenä, runsastumisena ja muikun lisääntymisen häiriintymisenä. Lestijärvi on sekä typpi- että fosforirajoitteinen. Suurin fosforikuormittaja on metsätalous yli 40 %:n kuormitusosuudella. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee noin 45 % ja typpikuormitus vajaa 20 %. VedenlaatuLuokituksessa ei tapahdu muutoksia, mutta rehevöitymisen aiheuttamat ongelmat vähenevät.

Lappajärvi (47.03) on voimakkaasti rehevöitynyt viimeisen neljänkymmenen vuoden aikana. Se kuuluu nykyisin luokkaan tyydyttävä. 1980-luvun puolivälissä järvi luokiteltiin vielä kokonaisuudessaan hyväksi. Järven eteläosa on lievästi rehevämpi kuin pohjoisosa. Sinileväkukinnat ovat lisääntyneet aiheuttaen maku- ja hajuhaittoja sekä veteen että kaloihin. Leväongelmat voivat jatkua alkusyksystä joulukuun asti. Alusveden happitilanne on heikko. Fosfori on useimmiten kasviplanktonin kasvun minimitekijä, joskin ajoittain myös typpi voi rajoittaa tuotantoa. Ravinnekuormitus on peräisin pääosin hajakuormituslähteistä. Suurin kuormittaja on peltoviljely: sen osuus fosforikuormituksesta on noin 40 %. Tavoitetasovaihtoehdossa kuormitus alenee noin 50 %. Tämä alentaa veden fosforipitoisuuden ja klorofyllipitoisuuden 1970-luvun alun tilanteeseen. Luokitus muuttuisi nykyisestä tyydyttävästä hyväksi.

Oulujärven (59.3) tarkastelu rajattiin koskemaan itäisintä selkävettä, Paltaselkää sekä Paltajärveä. Paltaselkä on vedenlaadultaan hyvää paitsi alueen etelä- ja lounaisosissa, missä se on tyydyttävää. Paltajärvi kuuluu luokkaan välttävä. Pääosa Paltaselän kuormituksesta tulee yläpuolisista reittivesistöistä. Merkittävimmät piste-kuormittajat ovat teollisuus ja yhdyskunnat. Teollisuuden osuus Paltaselän fosforikuormituksesta on vajaa 10 %. Yhdyskuntien osuus typpikuormituksesta on vajaa 15 %. Sekä fosfori että typpi voivat rajoittaa tuotantoa. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee lähes 50 % ja typpikuormitus noin 20 %. VedenlaatuLuokituksen on arvioitu muuttuvan Paltaselän länsi- ja lounaisosissa nykyisestä välttävästä ja tyydyttävästä hyvään.

Oulujoen vesistöalueen latvoilla sijaitseva Lentua (59.92) on alueen luonnontilaisimpia suuria järviä. Järveä ei säännöstellä, veden laadultaan se kuuluu pääosin luokkaan hyvä. Järvellä on kuitenkin havaittu alkavaa rehevöitymistä. Sekä fosfori että typpi voivat rajoittaa tuotantoa. Suurin osa ravinteista on peräisin laskeumasta; fosforikuormituksesta 28 % ja typpikuormituksesta lähes 80 % on ilmaperäistä. Metsätalous on myös merkittävä fosforikuormittaja; yli 25 % fosforikuormituksesta on peräisin metsätaloudesta. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 35 % ja typpikuormitus hieman yli 10 %. Kuormituksen alenemisen vuoksi alkanut rehevöitymiskehitys pysähtyy tai hidastuu olennaisesti. Lentuan suhteellisen korkean väriarvon (noin 55) vuoksi järven muuttuminen luokasta hyvä luokkaan erinomainen on epävarmaa. Tarkastelussa oletettiin, että luokan muuttumista ei tapahdu, vaikka väri on nykyisin vain hieman korkeampi kuin erinomaisen luokan raja-arvo 50.

Kemijärvi (65.31) kuuluu pääosin luokkaan hyvä, yläosalla on myös luokkaan välttävä kuuluvia alueita. Luokitusta alentavat mm. sedimentin korkeat myrkkypitoisuudet. Kemijärven yläosan vedenlaatuun vaikuttavateniten sulfaattisellujätevedet. Sekä typpi että fosfori rajoittavat tuotantoa. Kemijärven tuleva ravinteiden kokonaiskuormituksen arviointi oli työtä tehtäessä kesken. Koska ravinnepitoisuudet eivät ensisijaisesti ole luokitusta alentavia tekijöitä, ei pelkkä kuormituksen aleneminen parantaisi luokitusta.

4.1.2 Joet

Pielisjoki (4.33, 4.34) on laadultaan tyydyttävää. Enocell Oy:n alapuolisissa vesissä veden kokonaisfosforipitoisuus on selvästi pienentynyt 1980-luvun loppupuolen arvoista ja muutoinkin veden fysikaalis-kemiallinen laatu on ollut melko hyvä. Joen alajuoksulle mentäessä fosforipitoisuudet kohoavat, samoin hygieniaindikaattoritiedet. Vesistön käyttöä haittaavat mm. verkkojen voimakas limoittuminen ja veden vaahoaminen. Koitaajoelta tulevan kuormituksen osuus fosforikuormituksesta on suuri, yli 30 %. Selluteollisuuden osuus fosforikuormituksesta on vajaa 15 %. Tehtaan fosforikuormituksen ei oleteta alentuvan nykyisestä (ominaiskuormitus alenee), koska Enocell Oy:n ravinnepestöt ovat tuotantoon suhteutettuna varsin alhaisella tasolla jo nykyään ja koska tuotannon oletetaan kasvavan tulevaisuudessa. Tavoitetasovaihtoehdossa fosfori ja -typpikuormitus pienentyvät noin 30 %. Kuormituksen aleneminen ei aiheuta luokituksen muuttumista itse joessa, koska luokitusta alentavat muut tekijät kuin ravinnepitoisuudet. Pielisjoesta tulevan ravinnekuormituksen väheneminen parantaa osaltaan alapuolisen Pyhäselän vedenlaatua.

Kymijokea (14.11) tarkasteltiin Iitin Pyhäjärven ja Hurukselan välisellä jaksolla. Vedenlaadultaan alue kuuluu luokkaan tyydyttävä. Fosfori on tuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne. Kymijoen alaosalle on aikaisemmin johdettu runsaasti massa- ja paperiteollisuuden sekä yhdyskuntien jätevesiä. Kuormitus on kuitenkin alentunut viime vuosina merkittävästi, mikä on parantanut huomattavasti veden laatua. Joen suuri virtaama laimentaa nopeasti jätevedet. Voimakkaan kuormituksen vaikutukset eivät näy kovin selvästi vesistön happitilanteessa, mutta esimerkiksi kiintoaineen, ravinteiden ja ligniinin arvot kohoavat mentäessä alajuoksua kohti. Haju- ja makuhaitat kaloissa ovat yleisiä. Vesistön tilan kannalta suurin ongelma on kuitenkin pohjasedimentin korkeat myrkkypitoisuudet mm. dioksiini, furaani ja elohopea. Massa- ja paperiteollisuuden osuus fosforin kokonaiskuormituksesta on tarkastellulla alueella nykyisin noin puolet. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenisi noin 60 %. Vaikka Kymijoen ravinnepitoisuudet alenisivatkin selvästi, vedenlaatu luokitus ei tarkastellulla jaksolla muuttuisi, koska luokituksen määräävät sedimentin korkeat myrkkypitoisuudet.

Porvoonjoen (18) yläosa on laadultaan huonoa ja alaosa välttävää. Vesi on sameaa, ravinnepitoisuudet ovat korkeita ja veden hygieeninen laatu on huono. Joki on asumajätevesien, peltoviljelyn ja karjatalouden voimakkaasti kuormittama. Porvoonjoen yläjuoksulla puhdistetun jäteveden osuus koko virtaamasta on huomattava. Kokonaisuutena peltoviljely on kuitenkin selvästi suurin kuormittaja; sen osuus fosforikuormituksesta on 60 % ja typpikuormituksesta noin 50 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenisi noin 40 % ja typpikuormitus noin 25 %. Tavoitetasovaihtoehdossakaan veden laatu ei parane niin paljon, että käyttökelpoisuusluokitus muuttuisi. Jotta Porvoonjoen pääuomassa päästäisiin fosforin osalta tyydyttävään luokkaan, fosforikuormituksen tulisi tehdyn mallitarkastelun perusteella alentua noin 60 %. Porvoonjoen bakteeripitoisuuksien pieneneminen 1990-luvulla osoittaa, että alueella tehdyt vesiensuojelutoimenpiteet ovat parantaneet joen hygieenistä tilaa.

Paimionjoen (27) veden laatu on välttävää. Vesi on runsasravinteista, savisameaa ja sen hygieeninen laatu on ajoittain huono. Vaikka joen ravinnepitoisuudet ovat useimmiten suuria, voi sekä typpi että fosfori rajoittaa levätuotantoa ajoittain alivirtaamakausina. Kuormituksesta pääosa, yli 80 % on peräisin peltoviljelystä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenisi noin 50 %. Laatuluokan muutos huonosta välttävästä tyydyttävään edellyttää huomattavaa vedenlaadun paranemista. Onkin kyseenalaista muuttukoluokka, vaikka kuormitus vähenisi oleellisesti. Tavoitetasovaihtoehdossa laatuluokka voinee kuitenkin muuttua tyydyttäväksi niillä jokiosuuksilla, jotka eivät ole taajamien alapuolisia osia (muutama kilometri kuormituspisteen alapuolella).

Eurajoen (34) veden laatu on tyydyttävä Pyhäjärvestä Eurajoensalmelle. Huonolaatuisinta se on Köyliönjoen yhtymäkohdan alapuolella. Vesi on keski- ja alajuoksulla runsasravinteista, savisameaa ja sen hygieeninen laatu on ajoittain huono. Kuormituksesta yli 60 % on peräisin peltoviljelystä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus alenee noin 50 %. Tavoitetasovaihtoehdossa Köyliönjoen yläpuolinen jokiosuus, eli noin 40 % Pyhäjärven ja meren välisen jokiosuuden pituudesta, parantunee tyydyttävästä hyväksi. Ongelmana ovat tosin mm. bakteerit, jotka kuitenkin ovat vähentyneet karjatalouden päästöjen vähenemisen myötä.

Kyrönjoki (42.01-42.03) on luokiteltu välttäväksi koko pituudeltaan. Vesi on hyvin ruskeaa ja ravinnerikasta. Paikoitellen esiintyy selvää hapenvajausta ja korkeita bakteeripitoisuuksia. Alajuoksulla on vakavia Litorina-savimaista johtuvia happamuusongelmia. Sekä typpi että fosfori voivat olla Kyrönjoella tuotantoa rajoittavia tekijöitä. Heikoimmillaan vedenlaatu on keväällä tulvan jälkeen ja syksyllä. Näinä aikoina veden happamuus alentaa kalojen elinmahdollisuuksia. Keskikiesällä suurin ongelma on vesistön rehevyys. Selvästi suurin ravinnekuormittaja on peltoviljely. Sen osuus fosforikuormituksesta on noin 60 % ja typpikuormituksesta noin 70 %. Jokeen johdetaan usean yhdyskunnan jätevesiä. Ravinteet eivät ole ensisijaisesti tuotantoa rajoittavia tekijöitä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosfori-, typpi-, ja kiintoainekuormitus alenisivat noin 50 %. Veden laatuluokituksessa ei kuitenkaan tapahdu muutoksia ellei ajoittaisia alhaisia happamuusarvoja ja hygieenistä laatua saada parannettua. Ravinnekuormituksen alentaminen johtaa kuitenkin maku- ja hajuhaittojen lievenemiseen ja mahdollisesti myös päällyslä- kasvustojen vähenemiseen.

Lestijoen käyttökelpoisuus on arvioitu yläosalla hyväksi (30 km) ja alaosalla tyydyttäväksi (70 km). Etenkin veden typpipitoisuus on hyvin korkea samoin humuspitoisuus. Vesistön lievä rehevyys haittaa virkistyskäyttöä, rannikolla esiintyy myös hygieenisiiä haittoja turkistarhauksesta johtuen. Veden laatu on nykyisin kalatalouden kannalta lievästi kriittistä. Arvokalakannoille (nahkiainen, taimen) aiheuttaa riskitekijän kevätkautinen lievä happamuus korkeahkoihin metallipitoisuuksiin (Al, Fe, Mn) yhdistyneenä. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee vajaa 60 % ja typpikuormitus noin 50 %. Kalataloudellisesti käyttökelpoisuudessa ei tapahdu muutoksia, koska vesiensuojelutoimenpiteil-

lä ei kyetä alentamaan korkeahkoja metallipitoisuuksia eikä parantamaan happamuustilannetta. Rehevyyden aiheuttamat haitat kuten limoittuminen ja vesikasvillisuus kuitenkin vähenevät.

Simojoki (64) on yksi Suomen harvoja patoamattomia keskisuuria jokivesistöjä. Simojoki kuuluu luokkaan hyvä. Simojoen vesistö on kalataloudellisesti arvokas ja sen merkitys virkistyskäytössä on suuri. Uhkina on todettu metsätalous, turvetuotanto ja happamoituminen. Korkeat rautapitoisuudet heikentävät lohen ja taimenen elinolosuhteita. Vesistöön ei kohdistu mainittavaa pistemäistä kuormitusta. Vesistön suurin kuormittaja on metsätalous. Sen osuus fosforikuormituksesta on noin 45 % ja typpikuormituksesta noin 35 %. Tavoitetasovaihtoehdossa fosforikuormitus pienenee vajaa 50 % ja typpikuormitus noin 30 %. Vedenlaatuluokituksessa ei tapahdu muutoksia vesistön luontaisesti korkean humuskuormituksen johdosta. Ravinnekuormituksen ja kiintoainekuormituksen aleneminen parantaa kuitenkin lohikalojen elinolosuhteita varsinkin joen keski- ja alajuoksulla.

Iijoen vesistön jokivesistä valtaosa, noin 75 %, kuuluu käyttökelpoisuusluokkaan hyvä, runsas 20 % luokkaan tyydyttävä ja noin 2 % luokkaan erinomainen. Ravinteiden osalta pääkuormittajia ovat maa- ja metsätalous. Sen osuus fosforikuormituksesta on vajaa 50 % ja typpikuormituksesta yli 35 %. Myös kalankasvatus on merkittävä fosforikuormittaja yli 20 %:n kuormitusosuudella. Tavoitetasovaihtoehdossa vesistöalueen fosforikuormitus alenee kolmanneksella ja typpikuormitus viidenneksellä. Jokivesien käyttökelpoisuusluokkaan muutokset eivät juuri vaikuta, koska tärkeimpänä laatuluokitusta säätelevänä tekijänä on veden humuspitoisuus. Humuspitoisuuteen ei voida vesiensuojelutoimin juuri vaikuttaa, koska vesistöön huuhtoutuva humus on pääosin luonnonhuuhtoumaa.

4.2 Yhteenveto tuloksista

4.2.1 Vesistöjen tilan ja käytön ongelmat

Tarkasteltujen vesistöjen tilan ja käytön suurimmat ongelmat on esitetty taulukossa 4. Kaikissa kohteissa rehevöityminen on jonkinasteinen ongelma. Järvistä rehevimmat ovat maatalouden kuormittama Artjärven Villikkalanjärvi, Vanajan reitin Hattulanselkä ja Nummijärvi. Niiden fosforipitoisuudet ovat suurimmillaan olleet yli 100 µg/l. Eteläisen rannikkoalueen ja Pohjanmaan jokien fosforipitoisuudet ovat varsinkin lähellä jokisuuta hyvin korkeita, jopa 400 µg/l. Rehevöityminen on aiheuttanut lievimmillään rantojen ja pyydysten limoittumista ja pahimmillaan sinilevien massaesiintymiä, alusveden laaja-alaista hapettomuutta ja kalakuolemia.

Sedimentin tai eliöstön kohonneet myrkkypitoisuudet olivat ongelmana kymmenessä kohteessa. Erityisesti massa- ja paperiteollisuuden purkualueiden sedimenteissä esiintyy korkeita myrkkypitoisuuksia aikaisemman kuormituksen vuoksi. Nykyisten jätevesien myrkkypitoisuudet ovat niin alhaiset, etteivät ne aiheuta laaja-alaisia ongelmia.

Veden hygieniassa on ongelmia alueilla, joilla yhdyskuntien tai karjatalouden kuormitus on voimakasta. Tarkastelluista järvistä hygienialtaan ongelmallisin järvi on Tampereen Pyhäjärvi, johon johdetaan Tampereen yhdyskuntajätevedet. Etelä- ja Länsi-Suomen joissa veden hygieenistä laatua heikentävät haja-asutuksen ja karjatalouden jätevedet.

Suurin osa tarkastelluista järvistä on säännösteltyjä. Simojokea lukuun ottamatta tarkastelussa olleet joet on valjastettu voimalaitoksilla tai padottu. Vesistön säännöstelystä voi aiheutua haittaa rantavyöhykkeen eliöstölle, kalastolle ja virkistyskäytölle. Säännöstelyn vaikutusten voimakkuuteen vaikuttaa säännöstelykäytännön lisäksi järven ominaispiirteet. Esimerkiksi hyvin loivarantaisella Oulujärvellä suhteellisen vähäisenkin vedenpinnan muutos voi aiheuttaa haittaa

Taulukko 4. Vesistöjen tilan ja käytön ongelmien aiheuttajat. Taulukon tiedot perustuvat pääosin alueellisten ympäristökeskusten arvioihin.

Vesistöalue	Rehevöityminen	Myrkyt	Hygienia	Säännöstely, padot
Etelä-Saimaa	x	x		
Kallaveden keskiosa	x			x
Pyhäselkä	x		x	
Pielisjoki	x	x		x
Karjalan Pyhäjärvi	x			x
Koitere	x			x
Kymijoki	x	x		x
Konnivesi	x			x
Pohjois-Päijänne	x			x
Keski-Päijänne	x			x
Äänekosken alapuoli	x	x		x
Rautalammin reitti, Äijävesi	x			
Villikkalanjärvi ja Pyhäjärvi	x			
Porvoonjoki	x		x	x
Lohjanjärvi	x	x	x	x
Paimionjoki	x		x	x
Eurajoki	x		x	x
Säkylän Pyhäjärvi	x			x
Kokemäenjoki	x	x		x
Kulovesi	x		x	x
Tampereen Pyhäjärven pohjoisosa	x		x	x
Valkeakosken alapuoli, Kärjenniemenselkä	x	x		x
Vanajan reitti, Hattulanselkä	x		x	?
Näsijärven eteläosa	x	x		x
Mäntän alapuoli, Paloselkä	x	x		x
Nummijärvi	x			
Kyrönjoki	x		x	x
Lappajärvi	x			x
Lestijoki	x			
Lestijärvi	x			
Oulujärvi	x	x	x	x
Lentua	x			
Iijoki	x			x
Simojoki	x		x	
Kemijärvi	x			x

virkestyskäytölle. Joissa padot estävät tai haittaavat vaelluskalojen nousua. Koskien ja virtapaikkojen väheneminen ja laadullinen heikentyminen ovat myös muuttaneet vesieliöstöä.

Säännöstelyjen haittoja voidaan vähentää säännöstelykäytäntöjä kehittämällä sekä erilaisin hoito- ja kunnostustoimenpitein. Laajoja säännöstelyjen kehittämishankkeita on tehty mm. Iijoen ja Oulujoen vesistöissä, Siikajoella ja Uljuan altaalla sekä Inarijärvellä (esim. Marttunen & Kaatra 1993, Sinisalmi ym. 1997, Marttunen ym. 1997).

Rantojen pienimuotoinen rakentaminen (ruoppaukset, laiturit) tai mökkiasutuksen lisääntyminen on koettu ongelmalliseksi useilla järvillä. Maisemamuutosten lisäksi rakentaminen vaikuttaa eliöstöön. Pienimuotoisen rakentamisen vaikutukset ovat kasautuvia. Yksittäisen toimenpiteen vaikutukset voivat jäädä vähäisiksi, mutta kun toiminta on riittävän laaja-alaista, haitallisia vaikutuksia ilmenee.

4.2.2 Minimiravinnetarkastelu

Tavoiteohjelman kohdevesistöissä tehtiin ravinnesuhdetarkastelu tehokkaimman ohjausmuuttujan tunnistamiseksi (Pietiläinen 1994, kirjallinen tiedonanto). Tarkastelluista 36 vesistöistä 14:n arvioitiin perustellusti olevan fosforirajoitteisia (taulukko 5). Osittain puutteelliseen aineistoon perustuen arvioitiin lisäksi neljä kohdetta fosforirajoitteiseksi. 13 kohteessa joko typpi tai fosfori saattoivat rajoittaa tuotantoa. Viidessä kohteessa tuotantoa rajoittaa jokin muu tekijä kuin ravinteet.

Tarkastellut vesistöt voidaan ravinnesuhteiden perusteella jakaa useaan selkeästi toisistaan eroavaan ryhmään. Useimmat suuret sisävesistöt, kuten Päijänne, Saimaa, Karjalan Pyhäjärvi ja Pyhäselkä sekä niistä purkautuvat tai niihin laskevat joet, kuten Kymijoki ja Pielisjoki ovat fosforirajoitteisia. Suurten vesistöjen kuormitetuilla osa-alueilla typpi saattaa kuitenkin ajoittain säädellä rehevyyttä, vaikka selkävedet olisivat selkeästi fosforirajoitteisia.

Useista vesistöistä leville käyttökelpoinen typpi ja fosfori ovat lopussa lähes koko tuottavan kauden, jolloin molemmat ravinteet voivat rajoittaa ja säädellä samanaikaisesti perustuotantoa. Esimerkkivesistöjä ovat Säkylän Pyhäjärvi, Lestijärvi sekä suuri osa Oulujärveä. Tämän tyyppisissä järvissä rehevyystaso voi vaihdella suuresti.

Kemijärvi, kuten monet muutkin humusjärvet, vaikuttaisivat olevan usein typpirajoitteisia. Myös pohjoisen suuret humuspitoiset joet (Ii-, Simo-, Kemi- ja Torniojoki) näyttäisivät olevan suurimman osan kasvukautta lähinnä typpirajoitteisia. Tummissa vesissä fosforin merkitystä saatetaan aliarvioida kuitenkin ravinnepitoisuuksien määrittelyongelmien takia. On ilmeistä, jopa todennäköistä, että voimakkaasti humuspitoiset vedet ovat siten sekä typpi että fosforirajoitteisia.

Oman ryhmänsä muodostavat rehevät järvet. Ajanjaksot, jolloin typpi rajoittaa niissä tuotantoa ovat kestoaltaan usein vaihtelevia ja epäsäännöllisiä. Typpirajoitteisuus johtuu itse asiassa tuottavan kauden aikana tulevasta ylimääräisestä fosforikuormituksesta, joka kohdistuu vesistöihin joko vesistön pohjalietteestä tai jostain ulkoisesta lähteestä. Mitä rehevämpi järvi on, sitä enemmän siinä on orgaanista ainesta ja sitä paremmat edellytykset denitrifikaatiolle on, erityisesti jos järvi on matala. Denitrifikaatiossa vesistöä poistuu samanaikaisesti sekä typpeä että orgaanista ainesta. Mikäli fosforia on ylimäärin ja mineraalimuotoinen typpi "loppuu" vesistöä, on yksi sinileväkukintojen perusedellytyksistä valmis. Esimerkkejä tällaisista lähes ylirehevistä vesistöistä on Artjärven Villikkalanjärvi ja Tuusulanjärvi. Tämän tyyppisten vesistöjen rehevyyshaittojen hallinta ja itse järven tervehdyttäminen on hyvin hankalaa.

Suurin osa Suomenlahteen, Saaristomereen ja Pohjanlahteen laskevista joista aina Porvoonjoesta Siikajokeen on niin voimakkaasti kuormitettuja, että käyttökelpoinen

Taulukko 5. Tarkastelluissa vesistöissä tuotantoa ensisijaisesti rajoittava ravinne mineraaliravannesuhdetarkastelun perusteella (Pietiläinen 1994, kirjallinen tiedonanto).

Vesistöalue	Fosfori	Typpi	Ei kumpikaan	Aineisto puutteellinen
Etelä-Saimaa	x			
Kallaveden keskiosa	x			
Pyhäselkä	x			
Pielisjoki	x			(x)
Karjalan Pyhäjärvi	x			
Koitere	x			
Kymijoki	x			
Konnivesi				x
Pohjois-Päijänne	x			
Keski-Päijänne	x			
Äänekosken alapuoli				x
Rautalammin reitti, Äijävesi				x
Villikkalanjärvi (x) ja Pyhäjärvi (o)	x o	x		
Porvoonjoki	(x)		x	
Lohjanjärvi	x			
Paimionjoki	(x)	(x)	x	
Eurajoki	x			
Säkylän Pyhäjärvi	x	x		
Kokemäenjoki	(x)		x	
Kulovesi	x			
Tampereen Pyhäjärven pohjoisosa	x	(x)		
Valkeakosken alapuoli, Kärjenniemenselkä				x
Vanajan reitti, Hattulanselkä, Miemalanselkä	x	x		
Näsijärven eteläosa	x			
Mäntän alapuoli, Paloselkä	x	x		
Nummijärvi	x	x		
Kyrönjoki	(x)	(x)	x	
Lestijoki	(x)	(x)	x	
Lestijärvi	x	x		
Lappajärvi	x	x		
Oulujärvi	x	x		
Lentua	x	x		
Iijoki	x	x		
Simojoki	x	x		
Kemijärvi	x	x		

poista typpeä ja fosforia esiintyy useimmiten aina ylimäärin levien kasvuväitumuk-siin nähden. Ainoastaan alivirtaamakausina voivat ravinteet ajoittain rajoittaa näiden, yleensä savisameiden jokien vesimassassa tapahtuvaa perustuotantoa. Joki- en suuri ravinnekuorma ei juurikaan sedimentoidu itse jokiin, vaan kulkeutuu lähes kokonaisuudessaan rannikkovesiin. Rannikkovesissä, tiettyjen jokien suistoja lukuun ottamatta, ravinteet ovat lähes koko tuottavan kauden levästuotantoa säätelevänä minimitekijänä; lähellä jokisuistoa fosfori ja ulompana rannikkovesissä lähes aina typpi.

Suomen sisävesistöissä on siis paljon voimakkaasti fosforirajoitteisia vesistöjä. Typpirajoitteisuus on sen sijaan useimmiten heikkoa. Ainoat "voimakkaasti typpirajoitteiset" vesistöt ovat typpirajoitteisia nimenomaan fosforin suuresta kuormituksesta (ulkoinen tai sisäinen) johtuen.

4.2.3 Kuormituksen suuruuden vertailu

Järvien ominaispiirteet vaikuttavat siihen, kuinka suurta ravinnekuormitusta järvi sietää rehevöitymättä. Keskisyvyyden kasvaessa ravinteiden sietokyky paranee; mitä syvempi järvi sitä tehokkaammin alusveden ja sedimentin ravinteet ovat poissa ravinnekierrasta.

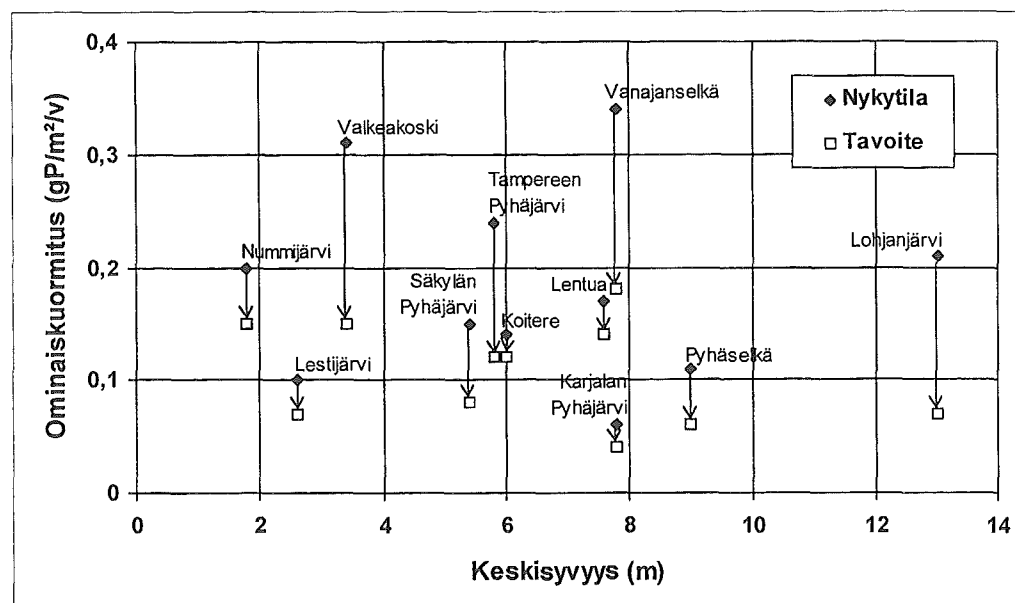
Työssä vertailtiin fosforin ominaiskuormituksen ja järven keskisyvyyden välistä suhdetta eräissä tarkastelluissa järvissä. Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin sellaiset vesistöt, joissa kuormitus vaikuttaa vain pieneen osaan järven kokonaispinta-alasta. Tällaisia järviä olivat esimerkiksi Konnivesi, jossa päävirtaukseen johdettavista jätevesistä valtaosa kulkee läpivirtauksena lyhyessä ajassa päävirtauksen mukana pois järvestä ja Näsijärvi, jossa merkittävä osa kuormituksesta kohdistuu lähelle luusuaa eikä siten sekoitu koko järven vesimassaan.

Kuormitusvertailu on tehty 1990-luvun alun ja tavoitetasovaihtoehdon mukaisilla kuormitusarvoilla (kuva 5). Keskisyvyydeltään ja kuormitukseltaan erilaisten järvien asettaminen järjestykseen sen perusteella, kuinka paljon sietokyky ylitetään tai alitetaan ei ole perusteltua nykytiedoilla. Sen sijaan keskisyvyydeltään samaa suuruusluokkaa olevien järvien kuormituksia vertaamalla saa karkeahkon käsityksen vesistöjen ominaiskuormituksen suuruuseroista. Lisäksi voidaan vertailla sitä, kuinka suuri olisi eräiden rehevien järvien ominaiskuormitus tavoitetason kuormituksella verrattuna suhteellisen puhtaiden järvien ominaiskuormitukseen 1990-luvun alussa. Pitkälle meneviä johtopäätöksiä kuvien perusteella ei kannata kuitenkaan tehdä, koska kuormitusarvioihin sisältyy epävarmuutta ja fosforikuor- mituksen ajoittumisessa ja käyttökelpoisuudessa on järvien välillä eroja.

Suhteellisesti korkeinta kuormitus on Artjärven Villikkalanjärvessä ja Pyhä- järvässä, jotka luontaisestikin ovat reheviä järviä. Ominaiskuormitus on alhaisin Pyhäselällä, Koitereella ja Lestijärvellä. Pyhäselän matalan ominaiskuormituksen selittää osittain vesialueen suuri pinta-ala ja osittain massa- ja paperiteollisuuden kuormituksessa viime vuosina tapahtunut voimakas aleneminen. Kuvista voidaan havaita esimerkiksi se, että Vanajanselän ominaiskuormitus on tavoitetasovaihtoeh- dossa samalla tasolla kuin varsin puhtaana pidetyn Lentuan kuormitus 1990-luvun alussa.

4.3 Tarkastelu kuormitussektoreittain

Kuormitussektorikohtainen tarkastelu keskittyy massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden kuormittamiin vesistöihin, koska ne useimmissa tarkastelluissa vesis-



Kuva 5. Fosforin ominaiskuormituksen voimakkuus nykytilassa ja tavoitetasovaihtoehdossa eräissä tarkasteluun valituissa vesistöissä. Kuvissa kokonaisfosforikuormitus on laskettu pinta-alayksikköä kohti.

töissä ovat merkittävimmät kuormituslähteet ja koska niiden kuormittamia vesistöjä oli tarkasteltujen vesistöjen joukossa eniten.

4.3.1 Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamat vesistöt

Massa- ja paperiteollisuuden osalta tehty tarkastelu on ollut erittäin kattava. Tervakosken ja Simpeleen paperitehtaita ja muutamaa pienehköä laitosta lukuun ottamatta kaikki sisämaassa sijaitsevat massa- ja paperitehtaat sisältyivät tarkasteluun. Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamiin vesistöihin luetaan tässä myös ne vesistöt, joihin ei suoraan johdeta jätevesiä, mutta joiden yläpuoliseen vesistöön johdetaan tällaisia jätevesiä ja joissa yläpuolisen teollisuuden kuormituksella on huomattava vaikutus veden laatuun. Tällaisia järviä ovat Pyhäselkä ja Tampereen Pyhäjärvi.

Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamat vesistöt -ryhmään kuuluivat seuraavat 14 järveä ja kaksi jokea:

Järvet

Kallaveden keskiosa
Pyhäselkä
Etelä-Saimaa
Äänekosken alapuoli
Pohjois-Päijänne
Keski-Päijänne
Lohjanjärvi

Näsijärvi
Tampereen Pyhäjärvi
Valkeakosken alapuoli
Kulovesi
Oulujärvi
Kemijärvi¹⁾
Mäntän alapuoli

Joet

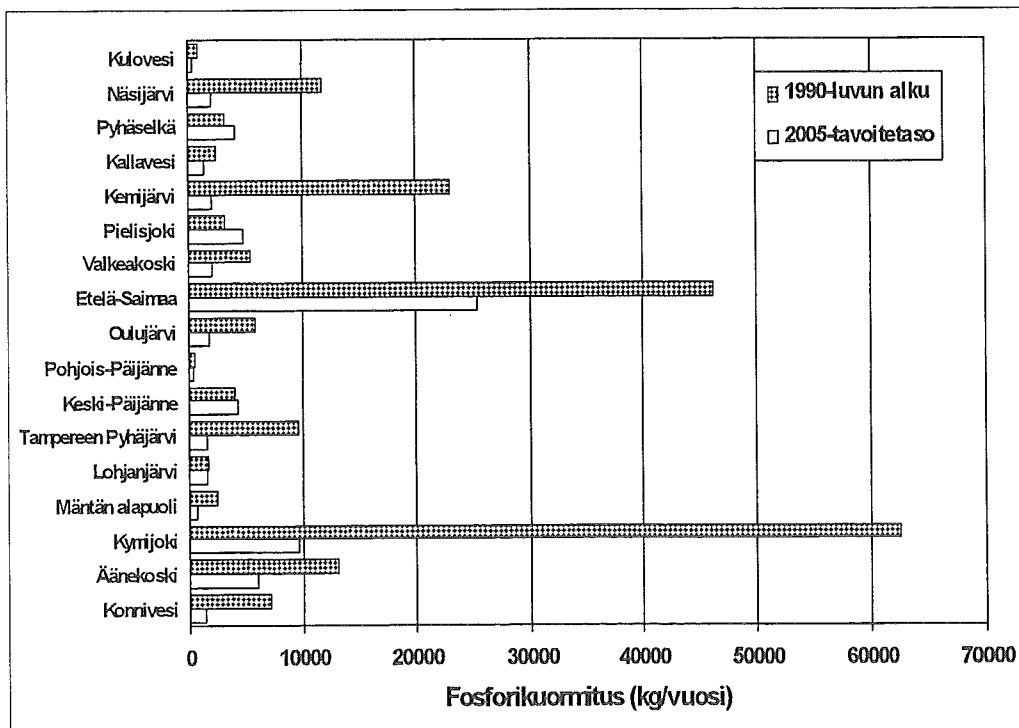
Pielisjoki
Kymijoki

¹⁾ Työssä ei arvioitu Kemijärven kokonaiskuormituksessa ja veden laadussa tapahtuvia muutoksia, koska kaukovaluma-alueelta tulevan kuormituksen (muodostaa pääosan Kemijärven ravinnekuormituksesta) jakaantumista koskeva arviointi kuormituslähteittäin oli työtä tehtäessä kesken.

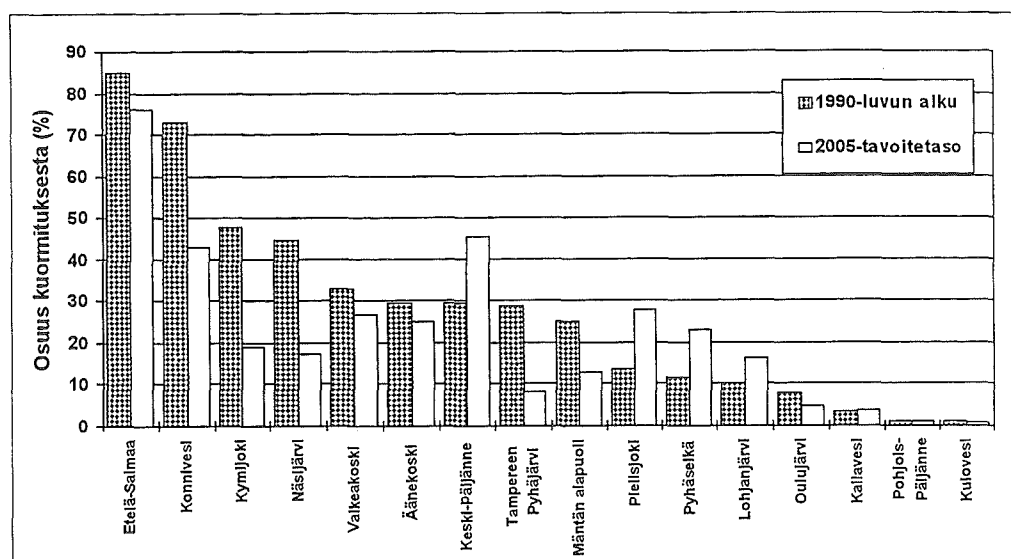
Kuormitus

Massa- ja paperiteollisuuden kuormitus painottuu hyvin selvästi kolmelle alueelle: Kymijoelle, Etelä-Saimaalle ja Kemijärvelle. Lähes 70 % sisävesien massa- ja paperiteollisuuden fosforikuormituksesta kohdistuu näihin vesistöihin (kuva 6). Suhteellisesti suurimman osan fosforikuormituksesta massa- ja paperiteollisuuden kuormitus muodostaa Etelä-Saimaalla, yli 90 % (kuva 7). Sen osuus on suuri myös Kymijoella ja Näsijärvellä, lähes 50 %. On tosin huomattava, että Näsijärvellä lähellä luusuaa sijaitsevan Lielahden tehtaan fosforikuormituksesta pääosa, eli noin 80 %, poistuu nopeasti Tammerkosken kautta Pyhäjärveen, eikä sillä siten ole laaja-alaisempaa vaikutusta Näsijärven veden laatuun. Suhteellisesti pienintä massa- ja paperiteollisuuden osuus fosforikuormituksesta on Kallavedellä (3 %), Pohjois-Päijänteellä (1 %) ja Kulovedellä (1 %). Pohjois-Päijänteellä ja Kulovedellä lukuun eivät sisälly yläpuolisessa vesistössä sijaitsevien tehtaiden kuormitukset.

Kokonaisfosforin ja -typen kuormituksen jakaantuminen massa- ja paperiteollisuuden kuormittamissa vesistöissä on esitetty kuvissa 8 ja 9. Massa- ja paperiteollisuuden osuus fosforikuormituksesta on noin 30 % ja typpikuormituksesta hieman yli 10 %. Maatalouden (peltoviljelyn ja karjatalouden) osuus fosforikuormituksesta on vajaa 15 % ja typpikuormituksesta noin 23 %. Kaukovaluma-alueelta tulevan kuormituksen osuus kokonaiskuormituksesta on sekä fosforilla että typellä noin 40 %. Kaukovaluma-alueen kuormituksesta valtaosa on ns. jakamatonta kuormitusta, jota ei ole jaettu eri kuormituslähteille. Pääosan tästä kuormituksesta voidaan kuitenkin arvioida olevan peräisin maataloudesta. Kaukovaluma-alueelta tulevan jakamattoman kuormituksen osuus on suuri mm. Lohjanjärvellä, Kallavedellä ja Oulujärvellä.



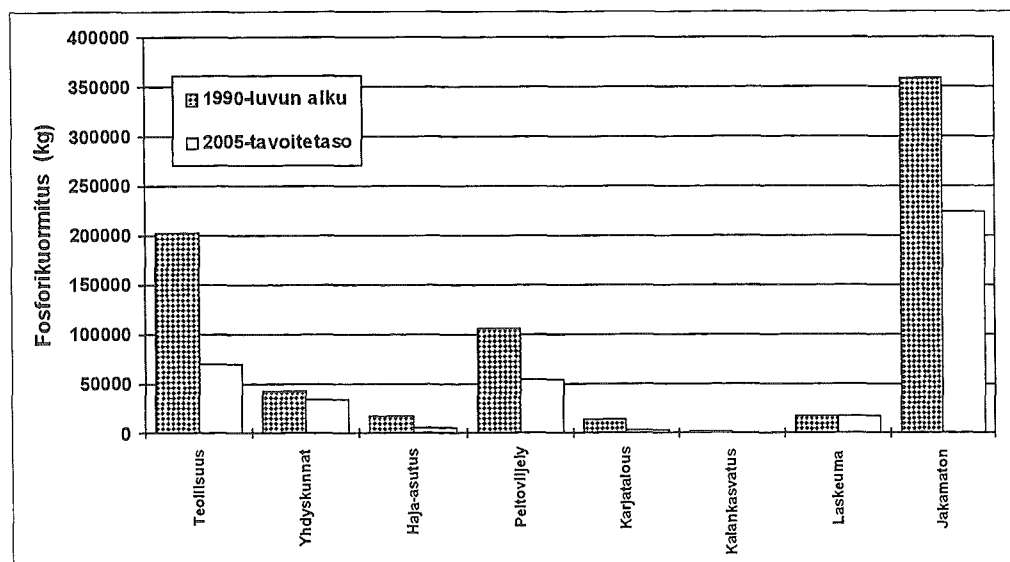
Kuva 6. Massa- ja paperiteollisuuden kokonaisfosforikuormitus vesistöittäin. Kuvassa ovat mukana Pyhäselkä ja Näsijärvi, vaikka sama kuormituslähde tulee tällöin otettua huomioon kahteen kertaan. Lielahden tehtaalta Näsijärveen kohdistuvasta massa- ja paperiteollisuuden kuormituksesta noin 80 % virtaa suoraan Pyhäjärveen. Uimaharjun tehtaiden kuormitus kohdistuu sekä Pielisjokeen että Pyhäselkään.



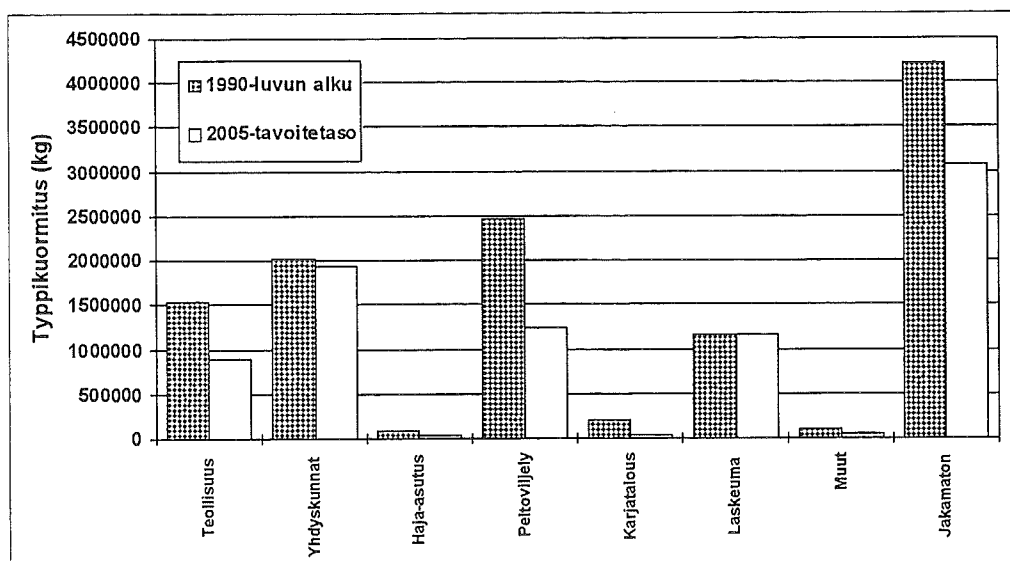
Kuva 7. Massa- ja paperiteollisuuden osuus vesistön kokonaisfosforikuormituksesta 1990-luvun alussa ja tavoitetasovaihtoehdossa.

Jos tarkastellaan pelkästään lähivaluma-alueelta tulevaa fosforikuormitusta, niin massa- ja paperiteollisuus on suurin yksittäinen kuormittaja. Sen osuus kokonaisfosforin kuormituksesta oli 1990-luvun alussa vajaa 50 %. Maatalous on seuraavaksi suurin kuormittaja, sen osuus kuormituksesta on noin kolmannes. Leville käyttökelpoisesta liuenneesta fosforista metsä- ja paperiteollisuuden osuus on suurempi kuin kokonaisfosforista (liite 3).

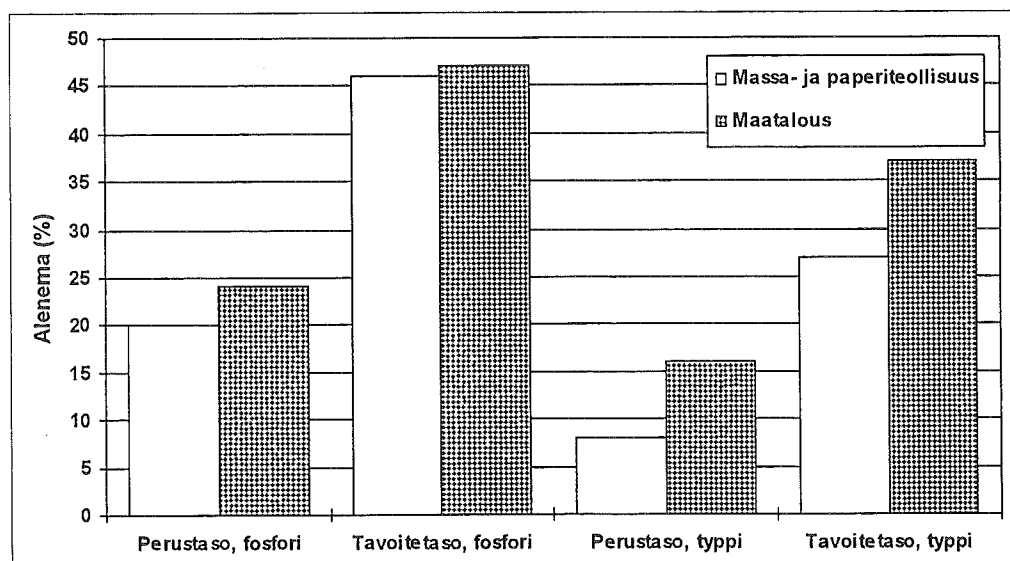
Fosfori- ja typpikuormituksen aleneminen vesistöittäin tavoitetasovaihtoehdossa on esitetty liitteessä 4. Kuormituksen alenemassa on varsin suuria eroja; eniten fosforikuormitus alenee Konnivedellä ja Kymijoella, yli 60 % ja vähiten Päijänteellä, noin 30 %. Typpikuormituksen alenema on suurin Kymijoella ja Lohjanjärvellä, noin 40 %, ja pienin Pyhäselällä vajaa 10 %. Kuormituksen alenema on pienin niissä vesistöissä, jonne jätevesiä laskevien tehtaiden puhdistamot toimivat nykyisin tehokkaasti ja joissa tuotannon on arvioitu nousevan voimakkaasti seuraavan 10 vuoden aikana. Keskimäärin fosforikuormitus alenee vajaa 50 % ja typpikuormitus noin 30 % (kuva 10).



Kuva 8. Kokonaisfosforikuormituksen jakaantuminen massa- ja paperiteollisuuden kuormittamissa sisävesissä.



Kuva 9. Kokonaistypen kuormituksen jakaantuminen massa- ja paperiteollisuuden kuormittamissa vesistöissä.

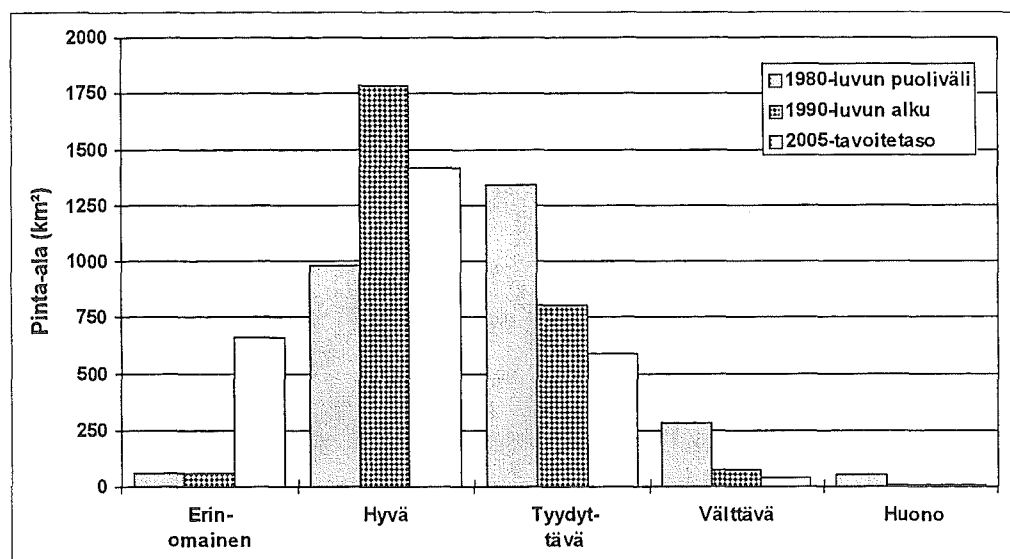


Kuva 10. Fosfori- ja typpikuormituksen alenemat massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden voimakkaasti kuormittamissa vesistöissä.

Veden laatu

Valtaosa massa- ja paperiteollisuuden vaikutusalueiden vesialueesta kuului 1990-luvun alussa luokkaan hyvä. Teollisuuden kuormittamien vesistöjen vedenlaadussa on tapahtunut huomattavaa parannusta viime vuosina. Esimerkiksi välttävään luokkaan kuuluvien alueiden pinta-ala on pienentynyt neljäsosaan ja huonoon luokkaan kuuluvien alueiden osuus alle kymmenenteen osaan 1980-luvun puolivälin tilanteeseen verrattuna (kuva 11). 1980-luvun puolivälin tiedot on poimittu vesi- ja ympäristöhallituksen raportista nro 327 (Vuoristo 1991). Kuvan 10 tulkintaa vaikeuttaa se, että siinä otetaan samanaikaisesti huomioon sekä luokkaan siirtyminen että luokasta poistuminen.

Tavoitetasovaihtoehdossa suhteellisesti suurimmat luokkamuutokset tapahtuvat parhaimpiin luokkiin kuuluvilla vesistöalueilla. Erinomaiseen luokkaan kuuluvien alueiden pinta-ala kasvaa yli kymmenkertaiseksi nykyisestä 2 %:sta 24



Kuva 11. Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamien järvien veden laatu 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja tavoitetasovaihtoehdossa.

%:iin ja tyydyttävään ja välttävään luokkaan kuuluvien alueiden määrä pienenee noin kolmanneksen 32 %:sta 23 %:iin (kuva 10). Suurimmat muutokset veden laadussa tapahtuisivat niillä vesistöalueilla, joiden kuormitus alenee eniten, joiden sisäinen kuormitus on suhteellisen vähäistä ja joiden sedimenteissä ei ole huomattavia myrkkypitoisuuksia. Laaja-alaista veden laatuoluokituksen paranemista arvioidaan tapahtuvan mm. Etelä-Saimaalla, Päijänteellä, Näsijärvellä ja Valkeakosken alapuolella. Joissakin vesistöissä (esimerkiksi Tampereen Pyhäjärvi ja Kulovesi) veden käyttökelpoisuusluokitus ei muutu, vaikka ravinnepitoisuudet ja veden rehevyys alenevat erinomaiselle tasolle. Näissä vesistöissä veden väri ja huono hygienia voivat jatkossa hidastaa luokituksen kohoamista.

Vedenlaatuiluokkaan huono kuuluvien alueiden pinta-aloissa ei arvioida tapahtuvan suuria muutoksia. Tähän vaikuttaa sekä vesistöjen nykyinen tila että tarkastelutapa. Ensinnäkin huonoon laatuiluokkaan kuuluvien alueiden laajuus on nykyisin varsin pieni ja toiseksi tarkastelussa oletettiin, että purkuputkien välittömässä läheisyydessä vedenlaatuoluokitus ei parane, vaikka tehtaiden kuormitus alenisi huomattavastikin. Tämä varovainen lähestymistapa valittiin, koska useimmista kohteista ei ollut käytettävissä tietoa sedimentin tilasta. Sedimentin tila vaikuttaa siihen, kuinka nopeasti muutokset kuormituksessa heijastuvat veden laatuun. Monissa tapauksissa järvien pohjasedimentit ovat huonossa kunnossa aikaisempien vuosien jätevesikuormituksen vuoksi. Sedimentin tilan paraneminen tapahtuu varsin hitaasti, ja esim. niihin kertyneiden haitallisten aineiden vaikutuksia voi epäsuotuisissa virtaama-, sekoittumis- yms. olosuhteissa ilmetä vielä pitkän ajanjakson kuluessa.

Ulkoisen kuormituksen pienenemisen vuoksi massa- ja paperiteollisuuden lähivesissä voidaan odottaa tapahtuvan seuraavanlaisia muutoksia:

- rehevöityminen vähenee (ja tähän liittyen rehevöitymishaitat: levämäärät, leväkukinnat, limoittuminen, liettyminen, hapen vajuus)
- haitallisten aineiden kertyminen eliöstöön vähenee huomattavasti. Haitallisia aineita kertyisi eliöstöön enää vain erilaisissa onnettomuus- tai vahinkotapauksissa.
- kalojen elin- ja lisääntymismahdollisuudet paranevat
- kalojen maku- ja hajuhaitat vähenevät
- veden hajuhaitat vähenevät (ns. jäteveden haju mainitaan nykyisin ainoaksi käyttökelpoisuusluokitusta alentavaksi tekijäksi, esim. Vuoksessa)

4.3.2 Maatalouden voimakkaasti kuormittamat vesistöt

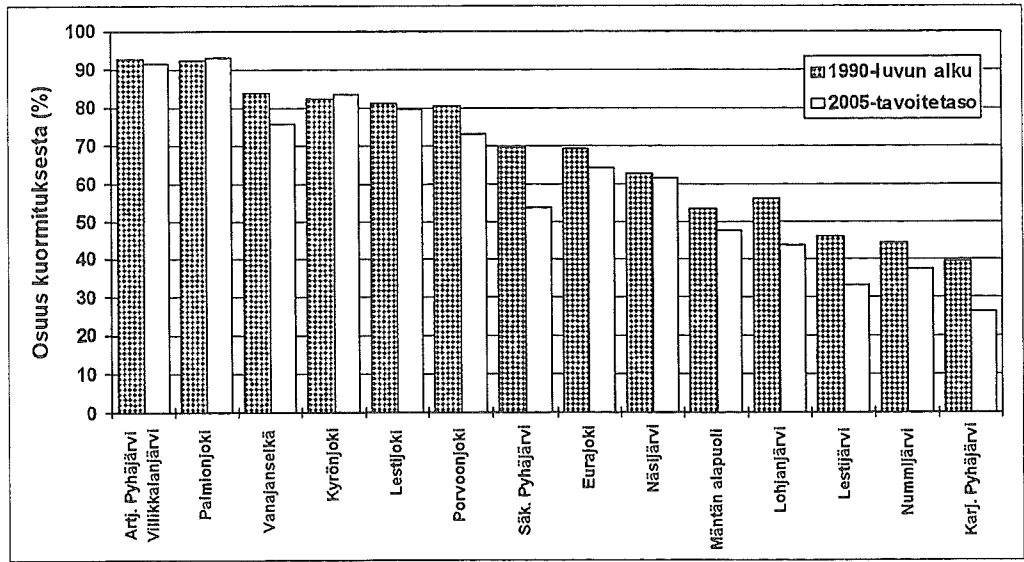
Maatalouden voimakkaasti kuormittamiin vesistöihin luettiin tässä tarkastelussa ne vesistöt, joissa maatalouden fosforikuormituksen osuus on yli 35 % fosforin kokonaiskuormituksesta ja joissa esiintyy rehevyydestä aiheutuvia ongelmia. Ryhmään kuuluivat seuraavat yhdeksän järveä ja viisi jokea:

Järvet	Joet
Kallaveden keskiosa	Porvoonjoki
Karjalan Pyhäjärvi	Paimionjoki
Artjärven Pyhäjärvi ja Villikkalanjärvi	Eurajoki
Lohjanjärvi	Lestijoki
Säkylän Pyhäjärvi	Kyrönjoki
Mäntän alapuolinen vesistöalue	
Vanajan reitti, Vanajanselkä, Hattulanselkä	
Nummijärvi	
Lappajärvi	

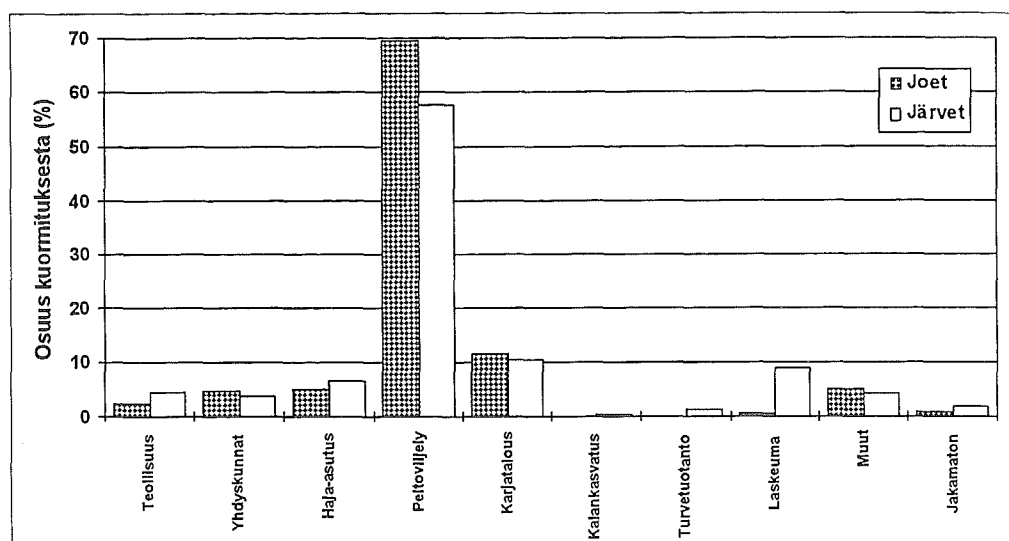
Kallaveden keskiosa ja Mäntän alapuolinen vesistö kuuluivat myös massa- ja paperiteollisuuden kuormittamien vesistöjen ryhmään. Hattulanselälle kohdistuu myös merkittävää yhdyskuntien jätevesikuormitusta. Lohjanjärveä kuormittavat maatalouden lisäksi teollisuuden ja yhdyskuntien jätevedet.

Kuormitus

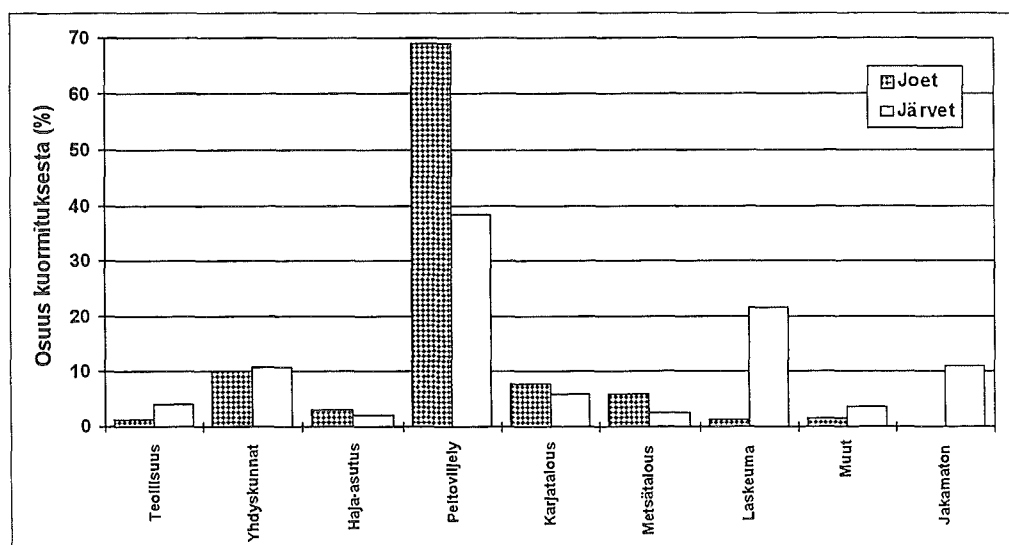
Tarkastelluissa maatalouden voimakkaasti kuormittamissa järvissä maatalouden osuus kokonaisfosforin kuormituksesta on keskimäärin alle 60 % ja typpekuormituksesta noin 40 % 1990-luvun alun tietojen perusteella (kuva 12). Kuormituksen suuruudessa on kuitenkin suurta vaihtelua. Ääripäitä edustavat Artjärven Pyhäjärvi ja Villikkalanjärvi, joissa maatalouden osuus kokonaisfosforin kuormituksesta on yli 90 % ja Karjalan Pyhäjärvi, jossa osuus on vajaat 40 %. Laskeuma on maatalouden jälkeen seuraavaksi suurin kuormittaja. Sen osuus kokonaisfosforikuormituksesta on noin 10 % ja typpekuormituksesta noin 20 % (kuvat 13 ja 14). Etelä- ja länsirannikon maatalousvaltaisilla alueilla virtaavien jokien kokonaisfosforin ja -typen kuormituksesta keskimäärin lähes 70 % on peräisin maataloudesta.



Kuva 12. Maatalouden osuus kokonaisfosforikuormituksesta tarkastelluissa maatalouden voimakkaasti kuormittamissa vesistöissä.



Kuva 13. Kokonaisfosforikuormituksen jakaantuminen maatalouden voimakkaasti kuormittamis-
sa järvissä ja joissa. Suositusten mukaisesta karjanlannan pelloille levityksestä aiheutuva
vesistökuormitus on tässä tarkastelussa sisällytetty peltoviljelyn kuormitukseen. Kuvan
kuormitusosuudet ovat kunkin tarkastellun vesistön kuormitusosuuksien keskiarvoja.



Kuva 14. Kokonaistyyppikuormituksen jakaantuminen maatalouden voimakkaasti kuormittamis-
järvissä ja joissa. Ks. selitykset kuvasta 13.

Useassa järvessä myös sisäisellä kuormituksella on merkitystä. Sisäisen kuormituksen suuruutta ei kuitenkaan voitu tämän selvitystyön yhteydessä erikseen selvittää, vaan sen osalta jouduttiin tyytymään olemassa oleviin tietoihin. Arvioita sen suuruudesta oli kuitenkin vain muutamassa kohteessa. Sisäisen kuormituksen suuruutta oli arvioitu Artjärven Pyhäjärvellä ja Villikkoalanjärvellä, Säskylän Pyhäjärvellä, Nummijärvellä ja Äänekosken reitillä. Arviot sisäisen kuormituksen osuudesta fosforin kokonaiskuormituksesta vaihtelivat näissä vesistöissä 10 %:n ja 70 %:n välillä. Suurin se oli Villikkoalanjärvellä. Sisäisellä kuormituksella arvioitiin kuormitus- ja vedenlaatuaineiston perusteella olevan huomattavaa merkitystä myös Hattulan-selällä ja Mäntän alapuolisessa vesistössä.

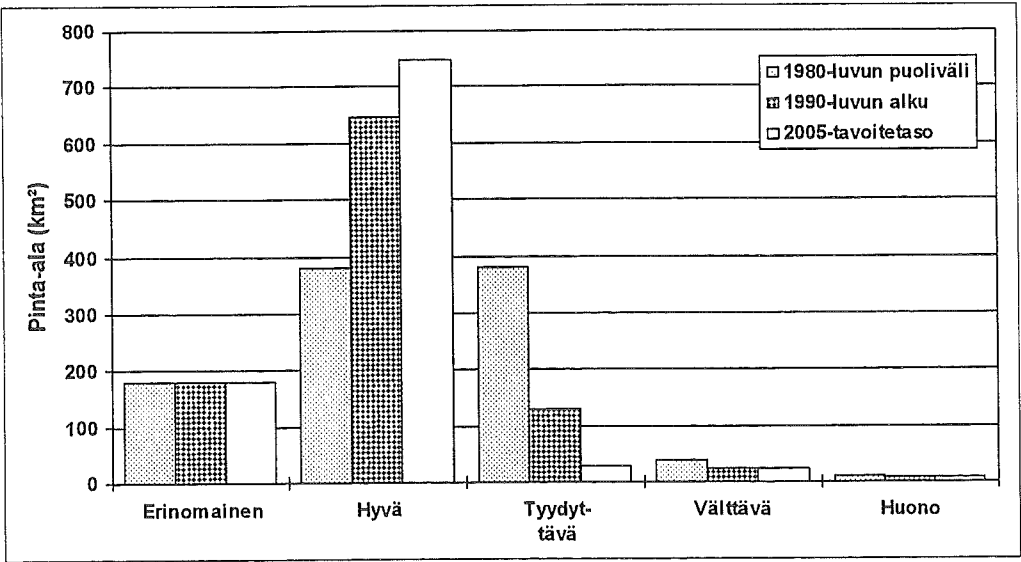
Fosfori- ja typpikuormituksen aleneminen tavoitetasossa on esitetty vesistöit-
tään liitteessä 4. Fosfori- ja typpikuormitus alenevat eniten Lestijoella ja Paimionjoel-
la, yli 50 %. Fosforikuormitus alenee vähiten Karjalan Pyhäjärvellä, noin 35 %.
Typpikuormitus alenee vähiten Vanajan reitillä, alle 10 %. Kuormitus alenee eniten

niissä kohteissa, joissa karjatalouden osuus kuormituksesta on suuri ja laskeuman, sisäisen kuormituksen ja yhdyskuntien kuormituksen osuus on pienin. Keskimääräinen fosforikuormituksen alenema on vajaa 50 % ja typpikuormituksen alenema noin 30 % (kuva 10).

Järvien veden laatu

Tarkasteluun kuuluneiden maatalouden voimakkaasti kuormittamien järvien vesialueesta kuului 1990-luvun alussa yli puolet luokkaan hyvä. Siitä huolimatta vesistöissä esiintyy ajoittain voimakkaitakin rehevyyden aiheuttamia ongelmia. Verrattaessa 1980-luvun puolivälin ja 1990-luvun alun tilannetta havaitaan, että luokituksessa on tapahtunut yleisesti ottaen paranemista (kuva 15). Hyvään luokkaan kuuluvien alueiden määrä on lisääntynyt huomattavasti ja vastaavasti tyydyttävään luokkaan kuuluvien alueiden määrä on pienentynyt. Suotuisa muutos on kuitenkin tapahtunut sellaisissa vesistöissä (Lohjanjärvi ja Kallaveden keskiosa), joihin kohdistuu myös voimakas teollisuuden ja yhdyskuntien pistekuormitus. Näiden vesistöjen tilan paraneminen johtuukin ensisijaisesti pistemäisen kuormituksen alenemisesta. Järvissä, joissa hajakuormituksen osuus ravinnekuormituksesta on korkea, veden laatuluokitus on useimmassa tapauksessa säilynyt ennallaan, vaikka eräissä järvissä rehevyyshaitat ovatkin lisääntyneet. Artjärven Pyhäjärven laatuluokitus on heikentynyt suppealla alueella 1980-luvun puolivälin verrattuna.

Maatalouden voimakkaasti kuormittamissa vesistöissä tavoitetasossa asetettujen kuormitustavoitteiden toteuttaminen alentaisi rehevyyshaittoja. Muutokset käyttökelpoisuusluokituksessa jäisivät kuitenkin varsin vähäisiksi. Suurin muutos on Vanajanselän muuttuminen tyydyttävästä hyväksi. Lisäksi Karjalan Pyhäjärvellä ja Lohjanjärvellä arvioidaan tapahtuvan suppea-alaista laatuluokituksen kohentumista. Arvioitaessa veden laadussa tapahtuvien muutosten laajuutta ja voimakkuutta on huomattava, että ravinnekuormituksen jatkuminen nykyisellään heikentäisi ennen pitkää useiden vesistöjen tilaa. Esimerkiksi Säkylän Pyhäjärven luokitus voi lähivuosina alentua hyvästä tyydyttäväksi ilman voimakkaita kuormituksen alentamistoimenpiteitä ja toimenpiteitä itse vesistössä.



Kuva 15. Maatalouden voimakkaasti kuormittamien järvien veden laatu 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja 2005 tavoitetasovaihtoehdossa.

Vedenlaatumuutosten voimakkuus on sidoksissa järven nykyiseen tilaan. Hyvin rehevissä järvissä, joissa sisäinen kuormitus on voimakasta, muutokset ovat varsinkin lyhyellä aikavälillä vähäiset. Tähän ryhmään kuuluu matalia reheviä järviä kuten Artjärven Villikkalanjärvi ja Nummijärvi sekä alusveden hapettomuudesta kärsiviä vesistöjä. Veden laadun huomattava paraneminen edellyttää monissa järvissä sisäisen kuormituksen olennaista alenemista. Ulkoisen kuormituksen pienentäminen alentaa pitkällä aikavälillä myös sisäistä kuormitusta. Jotta veden laatu paranisi lyhyellä aikavälillä, tarvitaan ulkoisen kuormituksen alentamisen lisäksi kunnostustoimenpiteitä sekä vesistössä että valuma-alueella.

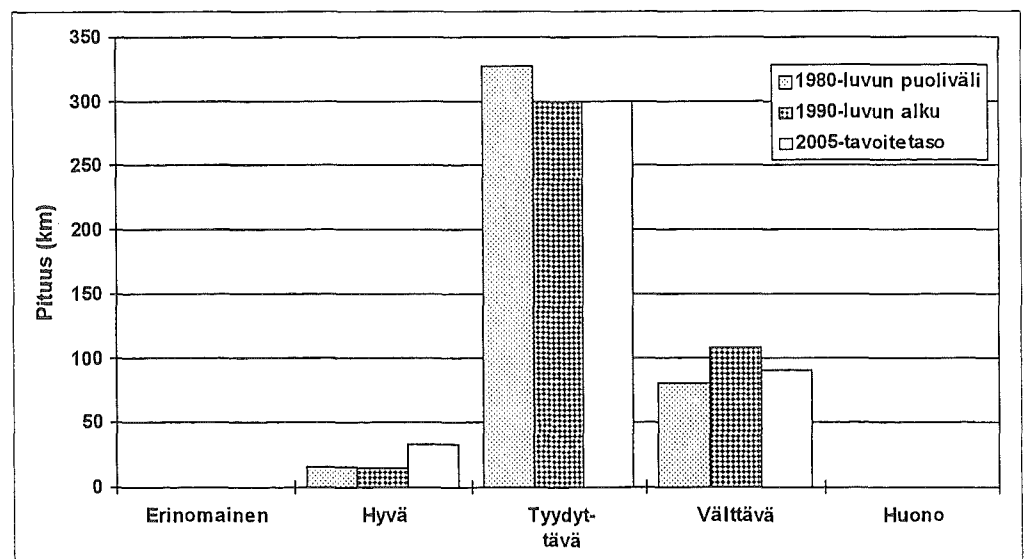
Ulkoisen kuormituksen vähentämisen arvioidaan aiheuttavan seuraavanlaisia parannuksia rehevien järvien vesistöjen käyttökelpoisuudessa, joissa sisäinen kuormitus ei ole hallitsevaa:

- vesistön happitilanne paranee siten, että hapettomien syvänteiden osuus pohjan pinta-alasta vähenee ja happipitoisuudet koko vesimassassa kohoavat,
- syvänteiden sedimentti elpyy,
- pohjaeläinlajisto monipuolistuu,
- levien massakukinnat vähenevät,
- kasvillisuuden leviäminen hidastuu,
- kalojen makuhaitat vähenevät,
- kalaston rakenne monipuolistuu ja
- kalakuolemat vähenevät.

Jokien vedenlaatu

Tarkasteltujen jokien pituus on yhteensä noin 1 500 km. Tästä valtaosa (70 %) kuului 1990-luvun alussa luokkaan tyydyttävä, välttävään luokkaan kuului noin 25 % (kuva 16). Jokien vedenlaatuluokituksissa on tapahtunut vain vähäisiä muutoksia 1980-luvun puolivälistä 1990-luvun alkuun. Luokituksen heikentymistä on tapahtunut Porvoonjoessa. Muissa joissa luokitus on säilynyt ennallaan.

Tavoitetasovaihtoehdon kuormitusaleneman vaikutukset näkyvät varsin nopeasti veden laadussa. Ravinnepitoisuudet laskevat ja sameus vähenee. Ravinnepitoisuuden vähenemisen vaikutukset ovat selvimmin havaittavissa sellaisilla jokiosuuksilla, joilla veden virtaus on vähäistä ja joilla muodostuu leväkasvustoja.



Kuva 16. Maatalouden voimakkaasti kuormittamien jokien veden laatu 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja 2005 tavoitetasovaihtoehdossa.

Myös jokien käyttökelpoisuusluokituksessa tapahtuu muutoksia ainakin Paimionjoessa, Eurajoessa ja Lestijoen. Jokien luokituksen parantaminen kokonaisuudessaan tyydyttävään tilaan ei kuitenkaan onnistu. Välttävään luokkaan arvioidaan kuuluvan vuonna 2005 tavoitetasovaihtoehdossakin noin 20 % tarkasteltujen jokien kokonaispituudesta. Tähän ovat syynä paikoin hyvin korkeat ravinnepitoisuudet, jotka eivät alene riittävästi tavoitetasovaihtoehdossakaan ja asutuksen ja karjatalouden aiheuttamat hygieniaoongelmat. Lisäksi Litorina-savimaiden jokien tilaa heikentävät ajoittain toistuvat happamat episodit. Tässä työssä ei kuitenkaan ole tarkasteltu Litorina-savimaista aiheutuvien happamuushaittojen vähentämistä eikä niiden vaikutuksia vesistön tilaan.

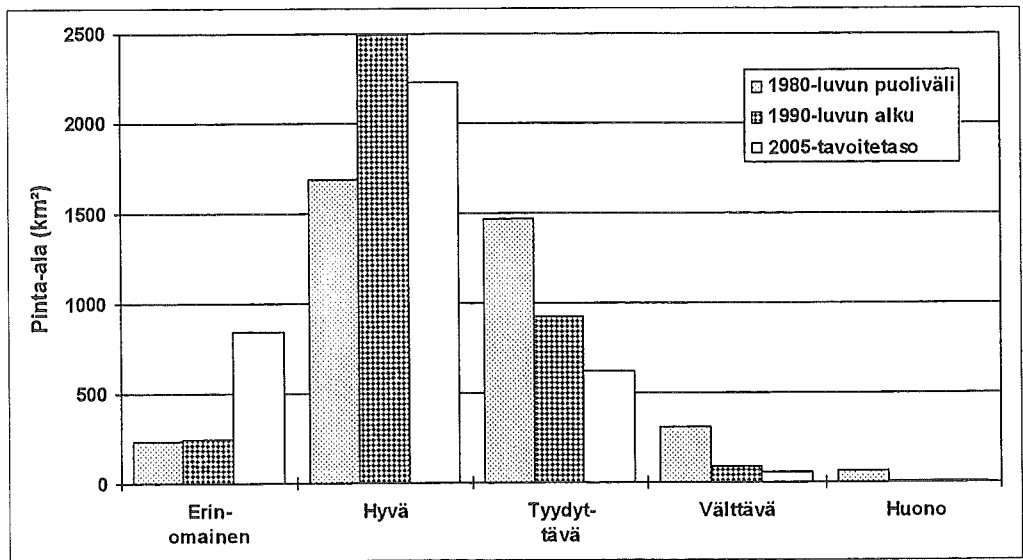
Ravinnepitoisuuksien aleneminen johtaa maku- ja hajuhaittojen ja limoittumisen lievenemiseen ja mahdollisesti myös päällysväkasvustojen ja vesikasvillisuuden vähenemiseen. Jokien ravinnekuormituksen vähenemisellä on myös suotuisia vaikutuksia rannikkovesiemme tilaan.

4.3.3 Yhteenveto kuormitustavoitteiden vaikutuksista veden laatuun

Tarkasteltujen järvien jakaantuminen eri vedenlaatuluokkiin 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja 2005 tavoitetasovaihtoehdossa on esitetty kuvassa 17. 1980-luvun puolivälin tiedot on poimittu vesi- ja ympäristöhallituksen raportista nro 327 (Vuoristo 1991).

Tarkasteltujen järvien kokonaispinta-ala on noin 3 500 km². Tästä vedenlaadultaan erinomaista oli 1990-luvun alussa 6 % (243 km²), hyvää 66 % (2490 km²), tyydyttävää 25 % (929 km²), välttävää 2 % (92 km²) ja huonoa 0,3 % (11 km²). Tarkasteltujen jokien pituus on noin 1 500 km. Jokien laatuluokitus oli 1990-luvun alussa seuraava: Hyvään luokkaan kuului 44 % (663 km), tyydyttävään 39 %, (581 km), välttävään 17 % (260 km). Erinomaiseen ja huonoon luokkaan kuuluvia joki-alueita ei sisältynyt tarkasteluun. Liitteessä 5 on esitetty tarkasteltujen vesistöjen jakaantuminen eri vedenlaatuluokkiin.

Tarkasteltujen järvien veden laadussa on tapahtunut suuria muutoksia 1980-luvun puolivälistä 1990-luvun alkuun tultaessa. Huonoimpiin vedenlaatuluokkiin kuuluvien alueiden määrä on supistunut huomattavasti ollen 1990-luvun alussa noin neljäsosa 1980-luvun puolivälin tilanteesta. Vastaavasti esimerkiksi tyydyttä-



Kuva 17. Tarkasteltujen järvien jakaantuminen eri vedenlaatuluokkiin 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja 2005 tavoitetasovaihtoehdossa.

vään luokkaan kuuluvien alueiden määrät ovat lisääntyneet. Paranemista on tapahtunut erityisesti massa- ja paperiteollisuuden kuormittamisissa vesistöissä. Muilla huonoimpiin vedenlaatuluokkiin kuuluvilla alueilla muutokset ovat olleet vähäisiä tai ne ovat olleet huonompaan suuntaan.

Verrattuna 1990-luvun alun tilanteeseen tavoitetasovaihtoehdossa erinomaiseen luokkaa kuuluvien pinta-ala kasvaa yli kolminkertaiseksi 243 km²:sta 845 km²:iin. Hyvään luokkaan kuuluvien vesistöjen pinta-alassa ei tapahdu suurta muutosta, koska luokkaan siirtyy ja siitä poistuu lähes yhtä laajat vesialueet. Tyydyttävään luokkaan kuuluvien alueiden pinta-ala pienenee kolmanneksen 929 km²:sta 623 km²:iin. Välttävään luokkaan kuuluvat alueet vähenevät lähes puoleen 92 km²:sta 55 km²:iin. Huonoon luokkaan kuuluvien vesialueiden pinta-alan arvioidaan säilyvän 11 km²:ssa. Tarkasteltavien jokien vedenlaatuluokituksessa ei tapahdu suuria muutoksia tavoitetasovaihtoehdossakaan. Välttävään luokkaan kuuluvien alueiden määrä vähenee vajaan kymmenenneksen 260 km²:sta 242 km²:iin ja hyvään luokkaan kuuluvien alueiden määrä lisääntyy vajaa kolme prosenttia 663 km²:sta 681 km²:iin.

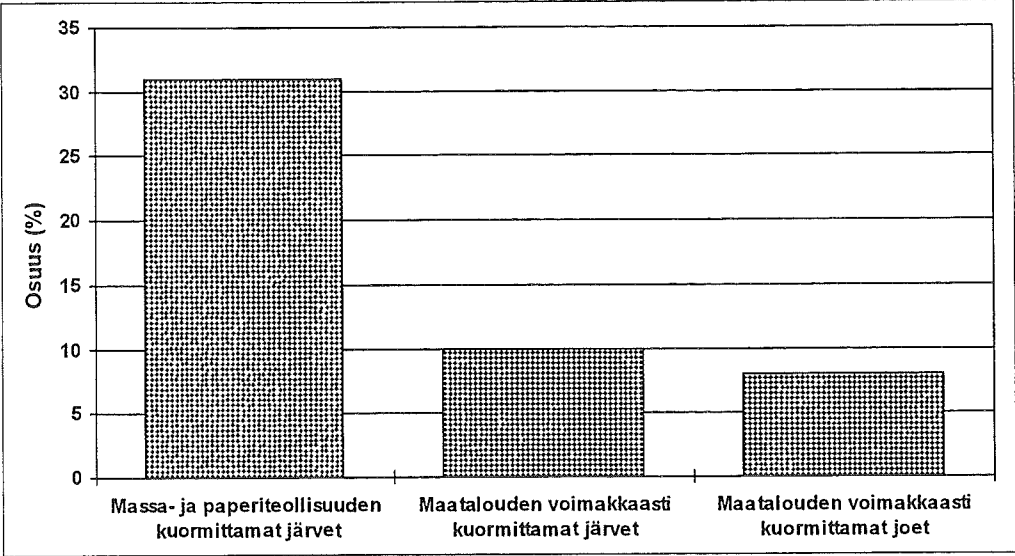
Kuvassa 18 on vertailtu veden laatuluokituksen paranemista massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden voimakkaasti kuormittamisissa vesistöissä. Kuvassa on esitetty, kuinka suuressa osassa tarkasteltua vesistöä laatuluokitus paranee tavoitetasovaihtoehdossa. Massa- ja paperiteollisuuden kuormittamisissa vesistöissä paraneminen on selvästi laaja-alaisempaa kuin maatalouden voimakkaasti kuormittamisissa järvissä. Luokitus paranee lähes kolmasosalla niiden pinta-alasta. Maatalouden voimakkaasti kuormittamisissa järvissä ja joissa luokitus paranee noin 10 %:lla pinta-alasta.

Maatalouden voimakkaasti kuormittamien vesistöjen tilan paraneminen on hitaampaa, koska teollisuuden kuormittamat järvet ovat suuria reittivesistöjä. Niiden ravinteiden sietokyky on olennaisesti parempi kuin monissa maatalouden kuormittamisissa vesistöissä, joista suuri osa on matalia kerrostumattomia järviä. Lisäksi maatalouden voimakkaasti kuormittamisissa järvissä sisäisellä kuormituksella on usein suurempi merkitys kuin teollisuuden kuormittamisissa vesistöissä. Maatalousalueiden matalille järville, joissa sedimentin ja veden vuorovaikutus on keskeisessä asemassa, on epärealistista asettaa tavoitteeksi sama rehevyystaso kuin suurille, syville järville.

Veden laadun huomattava paraneminen edellyttää monissa järvissä sisäisen kuormituksen olennaista alenemista. Ulkoisen kuormituksen pienentäminen alentaa pitkällä aikavälillä myös sisäistä kuormitusta. Jos veden laadun paranemista ei haluta odotella pahimmassa tapauksessa vuosikymmeniä, on ryhdyttävä erilaisiin kunnostustoimenpiteisiin kehityksen nopeuttamiseksi.

Joissakin vesistöissä veden käyttökelpoisuusluokitus ei muuttunut, vaikka ravinnepitoisuudet ja veden rehevyys olisivat alentuneet erinomaiselle tasolle. Näissä vesistöissä veden väri ja hygienian muodostuivat luokituksen muutosta estäviksi tekijöiksi.

Yksityiskohtaisesti veden laadun paranemista arvioitiin vain tavoitetasovaihtoehdossa. Vaikka perustasovaihtoehdossa tapahtuvan kuormituksen alenemisen vaikutuksia vesistön tilaan ei tarkastelussa arvioitu yksityiskohtaisesti, voidaan veden laadun muutoksista perustasovaihtoehdossakin esittää joitakin suuntaa-antavia arvioita. Perustasovaihtoehdon mukaisilla kuormitustavoitteilla voidaan useimmissa tapauksissa ainakin säilyttää vesistöjen nykyinen tila. Eräillä alueilla veden laatuluokitus jopa paranisi. Veden laadun heikkenemistä voisi tapahtua erityisesti niissä massa- ja paperiteollisuuden kuormittamisissa vesistöissä, joissa kuormitus kasvaisi voimakkaasti ja joissa jäteveden puhdistamot toimivat nykyisin tehokkaasti. Myös sisäisesti voimakkaasti kuormitetuissa vesistöissä voisi tapahtua veden laadun heikkenemistä.



Kuva 18. Veden laatuluokituksen paraneminen massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden voimakkaasti kuormittamissa vesistöissä.

5

Epävarmuustarkastelu

Tarkastelussa on tehty lukuisia yksinkertaistuksia ja käytetty aineisto on osaksi puutteellista. Työn kaikkiin vaiheisiin liittyykin epävarmuustekijöitä, joiden suuruutta ja merkitystä on kuitenkin vaikea arvioida ilman yksityiskohtaisia sovelluksia.

Kuormituksen arvioinnissa epävarmuutta on erityisesti kuormituksen suuruuden ja kuormituksen ajoittumisen arvioinnissa. Tarkastelussa käytetyt kuormitusarvot kuvaavat pikemmin laskennallista kuin todellista vesistökuormitusta. Eri kuormituslähteet ovat tässä suhteessa erilaisessa asemassa. Esimerkiksi yhdyskuntien ja teollisuuden kuormituksesta on luotettavaa tietoa, sen sijaan esimerkiksi haja-asutuksen vesistökuormituksesta ei ole juuri lainkaan tutkimustietoa.

Arvioita vesistöön tulevasta hajakuormituksesta voidaan pitää lähinnä laskennallisena, sillä sen suuruutta ei tarkkaan tunneta. Se, kuinka suuri osa hajakuormituksesta todellisuudessa kohdistuu vesistöön riippuu mm. siitä, kuinka lähellä vesistöjä esim. pellot, lantalat tai viemäriverkon ulkopuolinen asutus sijaitsee. Hajakuormitus vaihtelee lisäksi vuosittain riippuen mm. sadannasta ja talven lämpöolosuhteista. Tässä tarkastelussa hajakuormituksen arvot kuvaavat hydrologisilta ja ilmastollisilta olosuhteilta keskimääräisen vuoden kuormitusarvoja.

Tarkastelun epävarmuutta vähentää se, että erisektoreiden kuormitusalenemat ovat samaa suuruusluokkaa. Siksi kuormituksen alenemisarviot eivät ole herkkiä sille, onko nykyinen kuormitus ja sen jakaantuminen kuormitussektoreille arvioitu oikein.

Vesistön tilassa tapahtuvien muutosten mittarina on käytetty vedenlaatuluokitusta. Luokituksen käyttöön liittyy useita ongelmia. Sitä on kritisoitu mm. sen tulkinnanvaraisuuden vuoksi. Tämän tarkastelun kannalta suurin ongelma on se, että luokitus on varsin karkea tapa mitata veden laadun paranemista. Tietyissä tilanteissa veden laadussa voi tapahtua huomattavaa paranemista, vaikka luokitus ei muuttuisikaan. Luokitusmuutos ei myöskään välttämättä kuvaa veden laadussa tapahtuvan muutoksen voimakkuutta. Jos esimerkiksi nykytilanteessa vesi on kahden laatuluokan rajalla, suhteellisen vähäinenkin muutos veden laadussa voi parantaa luokitusta. Toisaalta suhteellisen suurillakaan muutoksilla vedenlaadussa ei ole vaikutusta, jos vesistö on luokan alarajalla. Vesistön käyttäjän kannalta voi merkittävämpää olla esimerkiksi muutos hyvän alarajalta hyvän ylärajalle kuin muutos lähes erinomaisesta erinomaiseen. Toisaalta laatuluokituksen määräävänä kriteerinä voi olla yksi tekijä (esim. kalojen elohopeapitoisuus), johon esitetyillä vesiensuojelutoimilla ei voida vaikuttaa. Tällöin suuretkaan parannukset muissa vedenlaatuparametreissa eivät aiheuta luokitusmuutoksia.

Jos tarkastellun vesistön kuormituksessa on viime vuosina tapahtunut voimakkaita muutoksia, niin käytetty arviointimenettely voi antaa vääriä tuloksia. Esimerkiksi ennustettaessa vesistön ravinnepitoisuuksia oletetaan, että vesistön nykyiset ravinnepitoisuudet vastaavat nykyistä kuormitusta eli vesistössä on ehditty kuormitusmuutoksen jälkeen saavuttaa uusi "tasapainotila". Erityisesti massa- ja paperiteollisuuden kuormituksessa on eräillä alueilla tapahtunut viime vuosina merkittä-

vää pienenemistä ja voidaan olettaa, että uutta "tasapainotilaa" ei kaikissa vesistöissä ole ehditty vielä saavuttaa. Tällaisissa vesistöissä arviot vesistön tilan paranemisesta voivat olla liian varovaisia.

6

Yhteenveto

Vesiensuojelun tavoiteohjelman mukaisilla suosituksilla (tavoitetasovaihtoehto) vesistöjen ravinne-, kiintoaine- ja myrkkynuormitusta alennetaan huomattavasti. Merkittävimpien ravinnekuormittajien, peltoviljelyn ja teollisuuden, fosforikuormituksen arvioidaan alenevan puoleen vuoden 1993 tilanteesta.

Vesistöjen veden laadussa tapahtuvien muutosten mittarina käytettiin tarkastelussa yleistä käyttökelpoisuusluokitusta. Yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa tapahtuvat muutokset eivät kuitenkaan yksinään anna riittävää kuvaa vesistöjen vedenlaadun ja käyttökelpoisuuden muutoksista.

Tarkastelua varten vesistöt on jaettu neljään ryhmään: 1) alkavasta rehevöitymisestä kärsivät järvet, 2) rehevöityneet järvet, 3) teollisuuden voimakkaasti kuormittamat järvet ja 4) jokivesistöt. Ryhmissä 1 ja 2 hajakuormitus on merkittävin kuormittaja.

Alkavasta rehevöitymisestä kärsivät järvet

Järvien vähittäistä rehevöitymistä seurausvaikutuksineen pidetään tällä hetkellä maamme suurimpana vesiensuojeluongelmana. Tarkastelussa oli mukana muutama järvi (Lentua, Koitere, Karjalan Pyhäjärvi), joihin kohdistuva kuormitus on suhteellisen vähäistä, mutta joissa on havaintoja lisääntyvästä rehevöitymisestä. Tarkastellut järvet poikkesivat kuormituksen osalta toisistaan. Lentua ja Koitere sijaitsevat harvaanasutuilla alueilla, joilla ihmisen vaikutus laskeumaa varsin voimaperäistä metsätaloutta lukuun ottamatta on vähäinen. Karjalan Pyhäjärven valuma-alueella harjoitetaan varsin voimaperäistä maataloutta ja järven rannalla on yksi kalankasvatustilasto. Kaikille kolmelle järvelle yhteinen piirre on laskeuman suuri osuus kuormituksesta. Näiden järvien tila heikkenee tai säilyy kutakuinkin ennallaan, jos kuormitus säilyy nykyisellä tasolla. Tavoitetasovaihtoehdossa ravinnekuormituksen aleneminen on niin voimakasta, että vesistöjen vähittäinen rehevöityminen saataisiin pysähtymään ja rehevöitymisestä aiheutuvia haittoja vähennetyksi.

Kuormituksen alentamisesta aiheutuisi seuraavallaisia vesistön käyttökelpoisuutta parantavia muutoksia:

- kalanpyydysten limoittuminen vähenisi,
- rantojen liettyminen ja limoittuminen vähenisi,
- veden näkösyvyys lisääntyisi,
- leväntuotanto vähenisi ja massakukinnot, erityisesti sinileväkukinnot, vähenisivät ja
- taloudellisesti arvokkaiden kalojen elinolosuhteet paranisivat.

Rehevät, pääasiassa maatalouden kuormittamat järvet

Rehevien, yleensä maatalouden voimakkaasti kuormittamien, vesistöjen tila on viime vuosina pysynyt ennallaan tai heikentynyt. Rehevissä järvissä kuormituksen

vähentämisen vaikutukset järvien tilaan ovat positiivisia, mutta vaikutukset eivät ole kovin nopeita. Muutokset käyttökelpoisuusluokituksessa jäävät vähäisiksi tavoitetasovaihtoehdossakin. Muutosten voimakkuus on sidoksissa järven tilaan. Hyvin rehevissä järvissä, joissa sisäinen kuormitus on voimakasta, muutokset ovat varsinkin lyhyellä aikavälillä oletettavasti suhteellisen vähäiset. Tähän ryhmään kuuluu matalia reheviä järviä kuten Artjärven Villikkalanjärvi ja Nummijärvi sekä alusveden ajoittaisesta hapettomuudesta kärsiviä vesistöjä. Jos tällaisten vesistöjen tilassa halutaan nopeita parannuksia, vaatii se kuormituksen vähentämisen lisäksi järviin kohdistuvia toimenpiteitä.

Järvissä, joissa sisäinen kuormitus ei ole hallitsevaa ulkoisen kuormituksen vähentäminen aiheuttaa vesistöjen käyttökelpoisuudessa seuraavanlaisia parannuksia:

- vesistön happitilanne paranisi siten, että hapettomien syvänteiden osuus pohjan pinta-alasta vähenisi ja happipitoisuudet koko vesimassassa kohoaisivat
- syvänteiden sedimentti elpyisi,
- pohjaeläintuotanto kohoaisi,
- levien massakukinnot vähenisivät,
- kasvillisuuden leviäminen hidastuisi,
- kalojen makuhaitat vähenisivät ja
- kalakuolemat vähenisivät.

Teollisuuden kuormittamat järvet

Metsäteollisuuden jätevedet ovat vaikuttaneet merkittävästi vesistöihimme. Muun teollisuuden vaikutus on ollut suhteellisen vähäinen. Metsäteollisuuden kuormituksen aleneminen 1980-luvun puolivälistä on parantanut huomattavasti alapuolisten vesistöjen veden laatua. Esimerkiksi välttävään ja huonoon luokkaan kuuluvien alueiden pinta-ala on pienentynyt viidenteen osaan 1980-luvun puolivälistä. Massa- ja paperiteollisuus on kuitenkin edelleen merkittävä kuormittaja ja sen kuormituksen alentamisella on edelleen laaja-alaisia suotuisia vaikutuksia veden laatuun. Tavoitetasovaihtoehdossa erinomaiseen luokkaan kuuluvien alueiden pinta-ala kasvaa yli kymmenkertaiseksi ja tyydyttävään ja välttävään luokkaan kuuluvien alueiden määrä pienenee noin kolmannekseen. Suurimmat muutokset veden laadussa tapahtuisivat niillä vesistöalueilla, joiden kuormitus alenee eniten, joiden sisäinen kuormitus on suhteellisen vähäistä ja joiden sedimenteissä ei ole huomattavia myrkkypitoisuuksia. Laaja-alaista veden laatuluokituksen paranemista on arvioitu tapahtuvan mm. Etelä-Saimaalla, Pohjois- ja Keski-Päijänteellä, Näsijärvellä ja Valkeakosken alapuolella.

Huonoon vedenlaatuluokkaan kuuluvien alueiden pinta-aloissa ei ennusteta tapahtuvan suuria muutoksia. Tähän on seuraavanlaisia syitä:

- Purkuputken välittömässä läheisyydessä tapahtuvia muutoksia on tehdyn tarkastelun perusteella mahdoton arvioida. Siksi tarkastelussa on purkuputken lähialueet säilytetty edelleen huonoimmassa luokituksessa, jos ne tälläkin hetkellä ovat huonossa luokassa.
- Myrkylliset sedimentit heikentävät vesistöjen tilaa vielä pitkään sen jälkeen, kun kuormitus on saatu kuriin. Tässä suhteessa ongelmallisten vesialueiden tilan ei oletettu oleellisesti paranevan tarkasteltavalla aikajaksolla.
- Sisäinen kuormitus on joissakin kohteissa niin suurta, että pelkästään ulkoiseen kuormitukseen puuttumalla ei vesistön tilaa saada tarkastellulla aikajaksolla ratkaisevasti paranemaan.

Ulkoisen kuormituksen vähentämisen vaikutuksesta metsäteollisuuden lähivesissä voidaan odottaa tapahtuvan seuraavanlaisia muutoksia:

- rehevöityminen vähenisi (ja tähän liittyen kaikki em. rehevöitymishaitat: levämäärät, leväkukinnat, limoittuminen, liettyminen, hapen vajeus);
- haitallisten aineiden kertyminen eliöstöön vähenisi huomattavasti. Haitallisia aineita kertyisi eliöstöön enää vain erilaisissa onnettomuus- tai vahinkotapauksissa;
- kalojen elin- ja lisääntymismahdollisuudet paranisivat;
- kalojen maku- ja hajuhaitat vähenisivät;
- veden hajuhaitat vähenisivät (ns. jäteveden haju mainitaan nykyisin ainoaksi käyttökelpoisuusluokitusta alentavaksi tekijäksi, esim. Vuoksessa).

Suurimmat parannukset vesistön tilassa saavutetaan niissä vesistöissä, joissa teollisuuden kuormitus on varsin voimakasta, mutta joissa sedimenttiin ei ole kuitenkaan kasautunut suuria määriä myrkkyjä tai ravinteita. Myös eräissä maatalouden voimakkaasti kuormittamissa järvissä voidaan saavuttaa selviä parannuksia vesistön tilaan suhteellisen lyhyelläkin aikavälillä. Veden laadun paraneminen edellyttää kuitenkin, että sisäinen kuormitus ei ole esimerkiksi järven mataluuden vuoksi liian hallitsevassa asemassa. Parhaimmassa asemassa ovat järvet, jotka tuotantokaudella kerrostuvat. Vedenlaatua ei voida olennaisesti parantaa pelkästään ulkoista kuormitusta vähentämällä, jos vesistön sisäinen kuormitus on voimakasta. Veden laadun parantamisen kannalta vaikean ryhmän muodostavat myös vesistöt, joiden hygieeninen tila on huono. Vesiensuojelulle erittäin haasteellisia ovat ne vesistöt, joiden pohjaan on kertynyt runsaasti myrkkyjä.

Jokivesistöt

Jokien vedenlaatuoluokituksessa ei ole juuri tapahtunut muutoksia 1980-luvun puoliväistä 1990-luvun alkuun. Jos kuormitus alenee tavoitetasovaihtoehdon mukaisesti, vaikutukset näkyisivät varsin nopeasti veden laadussa. Ravinnepitoisuudet laskevat ja sameus vähenee. Ravinnepitoisuuksien aleneminen johtaa maku- ja hajuhaittojen ja limoittumisen lievenemiseen. Vedenlaatuoluokituksen paranemista voi hidastaa jokien hygieenisen tilan hitaampi paraneminen.

Pohjanmaan jokivesistöt poikkeavat muun Suomen jokivesistöistä ominaispiirteiltään ja ongelmiltaan. Kemikaalikuormitukseen verrattavaa on Pohjanmaan alueella sekä maa- että metsätaloudellinen kuivatustoiminta, minkä seurauksena vesistöön huuhtoutuu happamuutta ja metalleja. Tavoitteeksi tulisi ottaa tämän tyyppisen kuormituksen vaikutuksia vaimentavien vesiensuojelumenetelmien kehittäminen ja ekologisen lähestymistavan sisällyttäminen kuivatuksen suunnitteluun.

Lähdeluettelo

Alasaarela, E., Karvonen, T., Kokkila, T., Koponen, J., Kouvalainen, S., Lauri, H. & Virtanen, M. 1995. Maankäytön vaikutuksia kuvaava vesistömalli - Esimerkkinä turvetuotannon vaikutukset Iijoen vesistöalueella. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - Sarja A 219, Vesi- ja ympäristöhallitus, Oulun vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki, tammikuu, 90 sivua.

Ekholm P. 1994. Bioavailability of phosphorus in agriculturally loaded rivers in southern Finland. *Hydrobiologia* 287:179-194.

Ekholm, P., Krogerus, K. & Salonen, S. 1994. Puhdistetun asumajäteveden käyttökelpoisuus leville. *Vesitalous* 5:19-22.

Forsberg, C., Ryding, S.-O., Claesson, A. & Forsberg, A. 1978. Water chemical analyses and/or algal assay? -Sewage effluent and polluted lake water studies. *Mitt. Int. Ver. Limnol.* 21:352-263.

Hiismäki, P. & Virtanen, M. 1984. Lohjanjärven eteläosan talviajan vedenlaatumalli. VTT Reaktorilaboratorio, tutkimusselostus REA4232, 27.12.1984, 1+12+11 =24 siv.

Huttula, T., Koponen, J., Lehtinen, K., Wahlgren, A. & Niinioja, R. 1995. Water currents and spreading of river load in Lake Pyhäselkä, Saimaa. *Proc. of the 1st Lake Ladoga Symposium*, St.Petersburg, Russia, May 20 - 24, 1994, *Hydrobiologia*.

Kemppainen, E. 1992. Karjanlanta ja muut eloperäiset lannoitteet. Teoksessa: Heinonen, R. (toim.), Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992: Maa. Viljely ja ympäristö. Porvoo. Ss. 255-294.

Koponen, J. 1984. Vesistöjen 3-dimensioiden virtaus- ja vedenlaatumalli. TKK, teknillisen fysiikan osasto, matematiikan laitos, diplomityö, Helsinki, 2.8.1984, 5 + 98 = 103 siv.

Koponen, J., Rautalahti-Miettinen, E. & Sarkkula, J. 1987. Etelä-Saimaan virtaus- ja vedenlaatumalli. VTT reaktorilaboratorio ja vesi- ja ympäristöhallitus, Espoo, 11.5.1997, 15 + 32 = 47 sivua.

Koponen, J. 1989. Valkeakosken alapuolisen vesistön virtausten ja veden laadun 3D laskenta. VTT reaktorilaboratorio, Espoo.

Koponen, J., Lehtinen, K., Huttula, T., Wahlgren, A. & Niinioja, R. 1990. Pyhäselän virtaus- ja vedenlaatumalli. Tutkimusselostus, Pohjois-Karjalan, Keski-Suomen ja Tampereen vesi- ja ympäristöpiirit sekä YVA Oy, Espoo - Jyväskylä - Tampere - Joensuu.

Lehtinen, K., Rautalahti-Miettinen, E., Virtanen, M. & Rantanen, J. 1989. Oulujärven virtaus- ja vedenlaatumallisovellus. Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri, vesi- ja ympäristöhallitus ja VTT:n reaktorilaboratorio, Helsinki 21.8.1989, 26 siv.

Lehmusluoto, P., Sarkkula, J., Koponen, J., Dahlbo, K., Virtanen, M. & Willamo, R. 1984. Puunjalostusteollisuuden jätevesikuormituksen ja säännöstelyn vaikutus Näsiselkään, mallitarkastelu. Selostus tutkimustyön tuloksista Suomen Akatemian maatalous-metsätieteelliselle toimikunnalle, Helsingin yliopiston limnologian laitos, Vesihallituksen hydrologian toimisto ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen reaktorilaboratorio, Helsinki, 96 sivua.

Lehtinen, K. & Virtanen, M. 1993. Äänekoski - Vaajakoski -reitin virtaus- ja vedenlaatumallisovellus: Eri kuormittajien vaikutukset reitin fosforipitoisuuksiin. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, Nro 492, Vesi- ja ympäristöhallitus, Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki, kesäkuu, 46 sivua.

Lehtinen, K. & Virtanen, M. 1993a, Pohjois-Päijänteen virtaus- ja vedenlaatumallisovellus: Eri kuormittajien vaikutukset alueen fosforipitoisuuksiin. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, Nro 525, Vesi- ja ympäristöhallitus, Keski-Suomen vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki, marraskuu, 40 sivua.

Lehtinen, K., Koponen, J. & Frisk, T. 1993. Keski-Päijänteen virtaus- ja vedenlaatumallisovellus: Fosforikuormittajien vesistövaikutusten arviointi. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, Nro 464, Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, maaliskuu, 52 sivua.

Luonsi, A. 1991. Pirkanmaan metsäteollisuuden laajennusedellytykset vesistövaikutusten kannalta. Licensiaattityö, Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto, Tampere 24.5.1991, 13 + 133 + 61 = 207 sivua.

Malve, O. 1991. Porvoonjoen fosforikuormituksen vähentämistoimenpiteiden vaikutukset mallitarkastelun perusteella. Teoksessa Porvoonjoen kuormitus selvitys (M.G.Anderson, T.Burt, P.Lehtonen & S.Penttilä), Vesi- ja ympäristöhallitus, Helsinki, siv. 128 - 135.

Malve, O., Ekholm, P., Kirkkala, T., Huttula, T. & Krogerus, K. 1994. Säkylän Pyhäjärven ravinnekuormitus ja rehevyystaso. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja - sarja A:181, Vesi- ja ympäristöhallitus, Turun vesi- ja ympäristöpiiri, Helsinki, toukokuu 1994, 108 sivua.

Marttunen, M. & Kaatra, K. (toim.) 1993. Oulujoen vesistösäännöstelyjen kehittämisselvitykset. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja -sarja A 140. 157 s.

Marttunen, M., Hellsten, S., Puro, A., Huttula, E., Nenonen, M-L., Järvinen, E., Salonen, E., Palomäki, R. Huru, H. & Bergman, T. 1997. Inarijärven tila ja käyttö ja niihin vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristö 58. 195 s.

- Pietiläinen, O.-P. & Rekolainen, S. 1991. Dissolved reactive and total phosphorus load from agricultural and forested basins to surface waters in Finland. *Aqua Fennica* 21:127-136.
- Priha, M. 1994. Bioavailability of pulp and paper mill effluent phosphorus. *Water Science and Technology* 29:93-103.
- Redfield, A.C., Ketchum, B.H. & Richards, F.A. 1963. The influence of organisms on the composition of sea water. Teoksessa: Hill, M.N. (toim.). *The Sea*, vol. 2. Interscience Publishers. New York, s. 26-77.
- Savolainen, J. & Malve, O. 1990. Pielisjoen virtausvedenlaatumalli. Tutkimusselostus, Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri, Tampere.
- Sinisalmi, T. (toim.), Forsius, J., Muotka, J., Riihimäki, J., Soimakallio, H., Vehanen, T. & Yrjänä, T. 1996. Vesivoimalaitosten lyhytaikaissäädön vaikutustutkimukset. *Suomen ympäristö* 66. 130 s.
- Suomen ympäristökeskus 1996. Ehdotus vesien suojelun tavoitteiksi vuoteen 2005. Julkaisematon raportti 1.4.1996. 175 s.
- Virtanen, M., Koponen, J., Dahlbo, K. & Sarkkula, K. 1986. Three-dimensional water-quality - transport model compared with field observations. *Ecological Modelling*, 31, pp. 185 - 199.
- Vuoristo, H. 1991. Pintavesien yleinen käyttökelpoisuus 1980-luvun puolivälissä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja. Nro 327. 45 s.

Liite I. Luettelo alueellisissa ympäristökeskuksessa ja Suomen ympäristökeskuksessa tätä työtä varten laadituista taustaselvityksistä ja muista työssä käytetyistä vesistön tilan raporteista.

Lounais-Suomen ympäristökeskus

- Paimionjoen tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen
- Eurajoen tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen
- Kokemäenjoen tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen
- Kokemäenjoen edustan tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen
- Kustavin Ströömin tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen
- Turun edustan tarkastelu, Heli Perttula ja Kauko Häkkinen

Uudenmaan ympäristökeskus

- Porvoon edustan merialueen - Svartbäckinselän tarkastelu, Irmeli Ahtela 3.10.1994
- Kernaalanjärven ja Hattulanselän tarkastelu, Eeva-Riitta Puomio 21.6.1994
- Porvoonjoen tarkastelu, Sirpa Penttilä Insinööritoimisto Oy Väylä 29.3.1994

Hämeen ympäristökeskus

- Mäntän alapuolinen vesistö -tarkastelu, Marita Karling ja Kirsti Krogerus
- Valkeakosken alapuolinen vesistö -tarkastelu, Marita Karling ja Kirsti Krogerus
- Näsijärven eteläosa -tarkastelu, Marita Karling ja Kirsti Krogerus
- Tampereen Pyhäjärvi-Liekovesi -tarkastelu, Marita Karling ja Kirsti Krogerus

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus

- Kymijoki (Pyhäjärven luusua - meri), Olli Valo 13.6.1994

Pohjois-Karjalan ympäristökeskus

- Koitereen tarkastelu, Tarmo Tossavainen 7.10.1994
- Karjalan Pyhäjärvi -tarkastelu, Paula Mononen, Riitta Niinioja, Jukka Savolainen ja Aarne Wahlgren 21.3.1994
- Pielisjoki-Pyhäselkä -tarkastelu, Paula Mononen, Riitta Niinioja, Jukka Savolainen ja Aarne Wahlgren 30.10.1994

Lapin ympäristökeskus

- Simojoen -tarkastelu
- Kemijärven -tarkastelu

Suomen ympäristökeskus

- Pyhäjärven ja Villikkalanjärven tarkastelu, Seppo Knuuttila 28.10.1994
- Paimionlahden tarkastelu, Petri Ekholm 8.12.1994

Keski-Suomen ympäristökeskus

- Äänekoski-Pohjois-Päijänne alueen tarkastelu, Seppo Yli-Karjanmaa
- Keski-Päijänteen alueen tarkastelu, Seppo Yli-Karjanmaa

Pohjois-Savon ympäristökeskus

- Nokisenkoski-Konneveden tarkastelu, Kimmo Haapanen
- Kallaveden tarkastelu, Kimmo Haapanen

Kainuun ympäristökeskus

- Oulujärvi, Kajaaninjoki, Nuasjärvi, Jouko Saastamoinen
- Lentua, Jouko Saastamoinen

Etelä-Savon ympäristökeskus

- Konniveden tarkastelu, Jari Mutanen

Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus

- Lestijoen vesistöalue, Aulis Rantala
- Kokkolan edusta, Sinikka Jokela

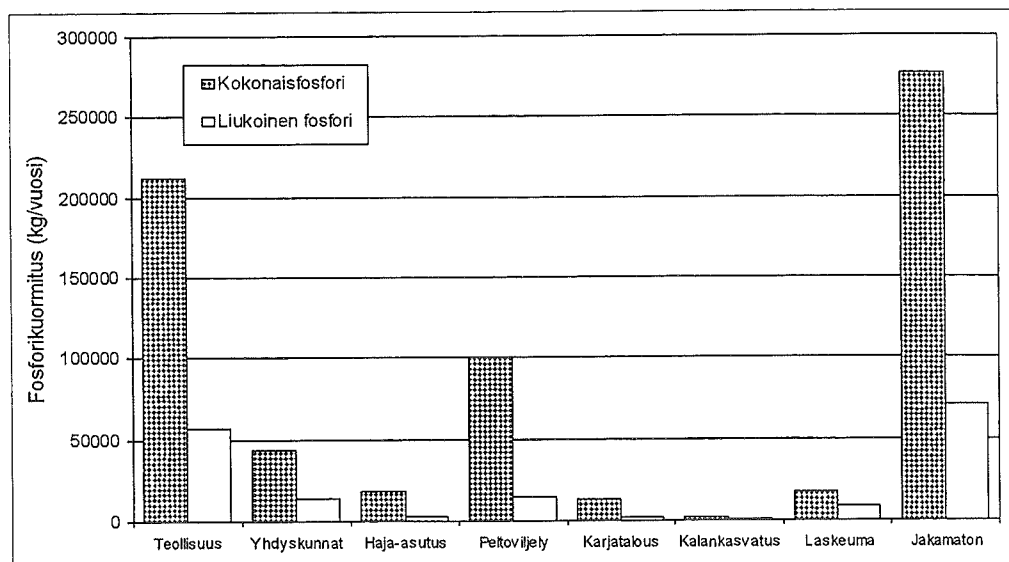
Länsi-Suomen ympäristökeskus

- Nummijärven tarkastelu, Liisa-Maria Rautio, Karl-Erik Storberg
- Kyrönjoen tarkastelu, Liisa-Maria Rautio, Karl-Erik Storberg
- Kaskisten edustan merialue, Liisa-Maria Rautio, Karl-Erik Storberg

Liite 2. Tarkasteltujen metsäteollisuuslaitosten vesistökuormitus vuonna 1993 ja arvioitu kuormitus tavoitetasovaihtoehdossa vuonna 2005.

Vesistötarkastelun tehtaat	Massa- ja paperiteollisuuden vesistökuormitus 1993						Päästöt 2005, tavoitetaso					
	Q	SS	BOD7	CODcr	P	N	AOX	BOD7	CODcr	P	N	AOX
	1000 m³/a	t/a	t/a	t/a	kg/a	kg/a	t/a	t/a	t/a	kg/a	kg/a	t/a
Enso Group, Publication Papers Oy, Anjalankoski	6750	3233	1431	7259	3912	113588		48	1425	1425	23750	
Enso Group, Cartonboards Oy, Anjalankoski	4035	296	627	1937	777	17396		14	420	420	7000	
Enso Group, Heinola	4695	358	927	2874	6838	33699		48	1200	1200	16800	
Enso Group, Imatra yht.	79306	1479	1405	19491	18804	216144	310	636	12600	12150	159000	94
Enso Group, Tervakoski Oy, Janakkala	8664	132	87	392	914	8722		48	480	360	7000	
Enso Group, Enocell Oy, Uimaharju	19833	134	176	5930	3129	41436	45	224	5600	4000	45000	56
UPM-Kymmene Oy, Kaukas, Lappeenranta	8524	1232	646	14094	12403	148370	134	300	7800	7800	84000	60
UPM-Kymmene Oy, Kymi, Kuusankoski (1)	35757	884	424	15432	16593	95616	216	288	5400	5100	72000	42
UPM-Kymmene Oy, Kymi, Kuusankoski (2)	13715	388	985	2208	1765	39380		44	1320	1320	17600	
UPM-Kymmene Oy, Lohjan Paperi, Lohja	4016	155	118	449	281	23945		28	280	210	4200	
Metsä-Serla, Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen	21759	1631	1177	12378	27254	179689	152	198	5100	5100	57000	42
Metsä-Serla, Metsä-Sellu Oy, Äänekoski	18015	668	349	10464	12702	67004	195	200	5000	5000	50000	50
Metsä-Serla, Kankaan paperitehdas, Jyväskylä	2478	60	169	371	489	15817		44	440	330	11000	
Metsä-Serla, Kirkniemen paperitehdas, Lohja	3969	112	34	843	1443	25603		40	1200	1200	20000	
Metsä-Serla, Lielahden kemihierreitehdas, Tampere	5129	375	405	4025	11850	47380		66	1650	1650	16500	
Metsä-Serla, Serla Oy, Mänttä	7320	65	62	418	2474	25843		40	310	600	7000	
Metsä-Serla, Savon Sellu Oy, Kuopio	12001	119	243	2197	2506	284390		60	1500	1500	21000	
Metsä-Serla, Takon kartonkitehdas, Tampere	4582	122	513	944	146	12596		60	450	150	7500	
Metsä-Serla, Äänekoski	14778	193	781	1697	426	28023		70	1050	1050	17500	
Myllykoski Paper Oy, Anjalankoski	10919	283	100	1211	2154	24266		48	1440	1440	24000	
Nokian Paperi Oy, Nokia	8758	141	62	526	976	23283		32	250	510	5600	
Enso Group, Kemijärven Sellu Oy, Kemijärvi	31402	857	2082	15969	23510	144700	222	84	2100	2100	21000	
UPM-Kymmene Oy, Joutseno Pulp, Joutseno	24995	926	1336	16374	14978	82447	167	220	5500	5500	55000	
UPM-Kymmene Oy, Jämsänkoski	8865	141	39	798	1584	35586		70	1400	2100	35000	
UPM-Kymmene Oy, Kaipola	8740	214	98	1619	2371	59509		72	2160	2160	36000	
UPM-Kymmene Oy, Kajaani	12667	577	1805	5316	5767	35609		83	2490	2490	41500	
UPM-Kymmene Oy, Tervasaari, Valkeakoski	17341	480	1820	5697	4916	36905		112	1720	1540	32000	
YHTEENSÄ	473014	15253	17900	150914	215960	1866947	1441	3177	70285	68405	893950	344

Liite 3. Käyttökelpoisen fosforin kuormituksen jakaantuminen massa- ja paperiteollisuuden kuormittamissa sisävesissä. Jakamattoman kuormituksen käyttökelpoisuuden on kuvan tarkastelussa oletettu olevan 0,3.



**Liite 4.I Fosfori- ja typpikuormituksen aleneminen tavoitetaso-
vaihtoehdossa massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden kuormit-
tamissa vesistöissä.**

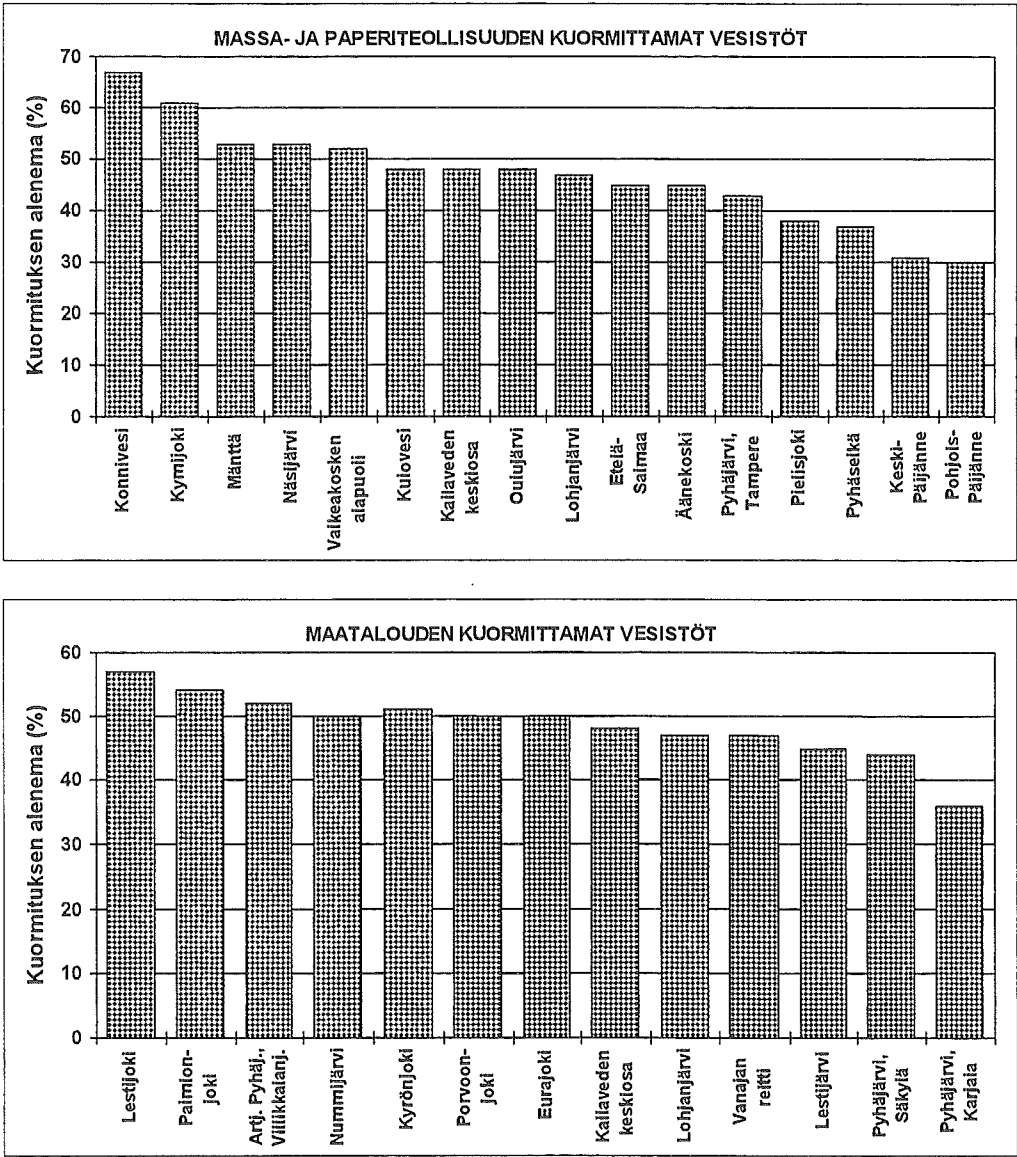
ALENEMA FOSFORIKUORMITUKSESSA VERRATTUNA 1990-LUVUN ALKUUN
(Jos lukuarvon edessä on - merkki, niin kuormituksen on arvioitu kasvavan)

	2005-PERUS (%)			2005-TAVOITE (%)		
	Kok. P	Liuk. P	Muun. P	Kok. P	Liuk. P	Muun. P
JÄRVET						
Etelä-Saimaa	-4	-3	-3	38	41	29
Kallaveden keskiosa	22	20	20	48	47	47
Pyhäselkä	18	18	14	37	28	23
Pyhäjärvi, Karjala	19	21	16	36	33	26
Koitere	15	15	13	31	30	26
Konnivesi	55	60	59	67	72	70
Pohjois-Päijänne	1	2	1	30	39	26
Keski-Päijänne	9	9	-12	31	10	6
Äänekoski	-3	-10	0	45	50	46
Rautalampi	8	5	-3	30	42	18
Villikkalanjärvi	27	23	17	52	44	38
Lohjanjärvi	14	7	3	47	45	37
Pyhäjärvi, Säkylä	24	24	12	44	41	23
Kulovesi	27	24	24	48	48	47
Pyhäjärvi, Tampere	29	18	18	43	40	40
Valkeakoski	4	3	-2	52	58	58
Vanajan reitti	24	19	15	47	39	33
Näsijärvi	32	37	35	53	53	46
Mänttä	38	51	47	53	60	56
Nummijärvi	26	27	22	50	54	48
Lestijärvi	25	27	22	45	45	38
Oulujärvi	24	25	23	48	48	47
Lentua	19	17	16	38	34	33
Keskiarvo	20	19	16	44	44	38
JOET						
Kymijoki	41	54	56	61	73	75
Simojoki	28	23	20	51	44	41
Pielisjoki	12	10	-11	38	14	13
Lestijoki	32	33	24	57	56	46
Kyrönjoki	24	28	23	51	51	45
Paimionjoki	28	25	19	54	47	41
Eurajoki	27	23	19	50	43	34
Keskiarvo	27	28	21	52	47	42

ALENEMA TYPPIKUORMITUKSESSA VERRATTUNA 1990-LUVUN ALKUUN
(Jos lukuarvon edessä on - merkki, niin kuormituksen on arvioitu kasvavan)

	2005-PERUS (%)	2005-TAVOITE(%)
JÄRVET		
Etelä-Saimaa	2	33
Kallaveden keskiosa	21	36
Pyhäselkä	-7	8
Pyhäjärvi, Karjala	10	20
Koitere	3	7
Konnivesi	20	24
Pohjois-Päijänne	-1	12
Keski-Päijänne	9	27
Äänekoski	-5	21
Rautalampi	8	30
Villikkalanjärvi	18	32
Lohjanjärvi	13	40
Pyhäjärvi, Säkylä	15	36
Kulovesi	12	25
Pyhäjärvi, Tampere	10	19
Valkeakoski	7	28
Vanajan reitti	7	18
Näsijärvi	12	32
Mänttä	13	31
Nummijärvi	15	29
Oulujärvi	5	22
Lentua	5	12
Keskiarvo	10	27
JOET		
Kymijoki	17	40
Porvoonjoki	10	30
Simojoki	15	33
Pielisjoki	10	30
Lestijoki	21	53
Kyrönjoki	14	45
Paimionjoki	19	51
Eurajoki	27	50
Keskiarvo	17	42

Liite 4.2 Fosforikuormituksen aleneminen tavoitetasovaihtoehdossa massa- ja paperiteollisuuden ja maatalouden kuormittamissa vesistöissä.



Liite 5. Tarkastettujen vesistöjen jakaantuminen eri vedenlaatuluokkiin 1980-luvun puolivälissä, 1990-luvun alussa ja vuoden 2005 tavoitetasovaihtoehdossa (järvet=km², joet=km).

Järvet: 1980-luvun puoliväli						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Etelä-Saimaa		217	180	43	12	452
Kallaveden keskiosa		42	211	15	2	270
Pyhäselkä		291	112	2		405
Pyhäjärvi, Karjala	180	16	4			200
Koitere		148	16			164
Konnivesi	50	15	2,8	1,1		68,9
Äänekoski- Pohjois-Päijänne			198		1	199
Keski-Päijänne		18	42	12	5	77
Rautalammin reitti		100				100
Villikkalanjärvi					7	7
Artjärven Pyhäjärvi			9,5	3,5		13
Lohjanjärvi		68	17	4		89
Pyhäjärvi, Säkylä		154				154
Kulovesi			24			24
Pyhäjärvi, Tampere			216	91	10	317
Valkeakoski			43	12	1	56
Vanajan reitti		41	26	19	4	90
Näsijärvi			95	100	20	215
Mänttä	?	?	?	?	?	?
Nummijärvi				4,8		4,8
Lestijärvi		65,3				65,3
Lappajärvi		141				141
Oulujärvi		171	45	4	2	222
Lentua	6,5	83,5				90
Kemijärvi		160	65			225
Yhteensä	236,5	1730,8	1306,3	311,4	64	3649

Järvet: nykytila (1990-luvun alku)						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Etelä-Saimaa		387	54	11		452
Kallaveden keskiosa		267	3			270
Pyhäselkä		291	112	2		405
Karjalan Pyhäjärvi	180	16	4			200
Koitere		148	16			164
Konnivesi	50	15	2,8	1,1		68,9
Äänekoski- Pohjois-Päijänne		85	114			199
Keski-Päijänne		58	17	2		77
Rautalammin reitti		100				100
Artjärven Pyhäjärvi					7	7
Villikkalanjärvi			9,5	3,5		13
Lohjanjärvi		68	17	4		89
Pyhäjärvi, Säkylä		154				154
Kulovesi			24			24
Pyhäjärvi, Tampere			295,5	21,5		317
Valkeakoski			43	12	1	56
Vanajan reitti			98	12		110
Näsijärvi	6	204	4,5	0,6		215,1
Mänttä		47	35	12	0,6	94,6
Nummijärvi				4,8		4,8
Lestijärvi		65,3				65,3
Lappajärvi		141				141
Oulujärvi		200	15	5	2	222
Lentua	6,5	83,5				90
Kemijärvi		160	65			225
Yhteensä	242,5	2489,8	929,3	91,5	10,6	3763,7

Järvet: 2005-tavoitetaso						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Etelä-Saimaa	377	36	39	0	0	452
Kallaveden keskiosa		267	3			270
Pyhäselkä		311	92	2		405
Pyhäjärvi, Karjala	180	20	0			200
Koitere		154	10			164
Konnivesi	50	17,8	1,1			68,9
Äänekoski- Pohjois-Päijänne		180	19			199
Keski-Päijänne	25	43	9	0		77
Rautalammin reitti		100				100
Villikkalanjärvi					7	7
Artjärven Pyhäjärvi			9,5	3,5		13
Lohjanjärvi		76	9	4		89
Pyhäjärvi, Säkylä		154				154
Kulovesi		24	0			24
Pyhäjärvi, Tampere			295,5	21,5		317
Valkeakoski		40	7	8	1	56
Vanajan reitti		90	8	12		110
Näsijärvi	206	6	2,5	0,6		215,1
Mänttä		47	46	1	0,6	94,6
Nummijärvi			4,8	0		4,8
Lestijärvi		65,3				65,3
Lappajärvi		141				141
Oulujärvi		215	3	2	2	222
Lentua	6,5	83,5				90
Kemijärvi		160	65			225
Yhteensä	844,5	2230,6	623,4	54,6	10,6	3763,7

Joet: 1980-luvun puoliväli						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Porvoonjoki			59	19	0	78
Paimionjoki				61		61
Eurajoki		1	45	0	0	46
Kyrönjoki			127			127
Lestijoki		15	96			111
Simojoki		170				170
Kymijoki				145		145
Iijoki		478	113			591
Pielisjoki		26	57			83
Kokemäenjoki			82	10		92
Yhteensä	0	690	579	235	0	1504
Osuus	0	46	38	16	0	100

Joet: nykytila (1990-luvun alku)						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Porvoonjoki			31	47		78
Paimionjoki				61		61
Eurajoki			46			46
Kyrönjoki			127			127
Lestijoki		15	96			111
Simojoki		170				170
Kymijoki				145		145
Iijoki		478	113			591
Pielisjoki			83			83
Kokemäenjoki			85	7		92
Yhteensä	0	663	581	260	0	1504
Osuus	0	44	39	17	0	100

Joet: 2005-tavoitetaso						
	Erin- omainen	Hyvä	Tyydyt- tävä	Välttävä	Huono	Yhteen- sä
Porvoonjoki			31	47		78
Paimionjoki			18	43		61
Eurajoki		18	28			46
Kyrönjoki			127			127
Lestijoki		15	96			111
Simojoki		170				170
Kymijoki				145		145
Iijoki		478	113			591
Pielisjoki			83			83
Kokemäenjoki			85	7		92
Yhteensä	0	681	581	242	0	1504
Osuus	0	45	39	16	0	100

Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika 25.05.1998
Tekijä(t)	Mika Marttunen (toim.)	
Julkaisun nimi	Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 Vaihtoehtoisten kuormitustasojen vaikutukset sisävesissä	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	Julkaisussa esitetään Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 -ohjelman valmisteluun liittyvät vesistökohtaisten kuormitustarkastelujen arviointiperiaatteet ja sisävesiä koskevan tarkastelun tulokset. Työssä on arvioitu ja vertailtu eri lähteistä tulevan kuormituksen suuruutta ja merkitystä vesistön tilan kannalta sekä arvioitu kahden erilaisen kuormitustasovaihtoehdon vaikutusta vesistön tilaan. Tarkastelun kohteena oli 24 järveä tai järven osaa ja 10 jokea. Näistä 16:een kohdistui massa- ja paperiteollisuuden kuormitusta. Tarkasteltavaksi valittiin erityisesti sellaisia vesistöjä, joilla on olemassa suhteellisen tuoreita kuormitusselvityksiä ja joihin on sovellettu vedenlaatumalleja. Vesistöjen veden laadussa tapahtuvien muutosten mittarina käytettiin yleistä käyttökelpoisuusluokitusta. Tulosten perusteella ravinnekuormitusta merkittävästi alentamalla voidaan erityisesti suuret reittivesistöt saada parempaan käyttökelpoisuusluokkaan. Rehevien sisäkuormitteisten järvien ja rannikkoseutujen jokien tilan merkittävä parantaminen on vaikeaa.	
Asiasanat	vesiensuojelu, veden laatu, järvet, joet, kuormitus, mallit, rehevöityminen, maatalous, teollisuus, yhdyskunnat, Suomi	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 160	
Julkaisun teema	Luonto ja luonnonvarat	
Projektihankkeen nimi ja projektinnumero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0195-4
	Sivuja 66	Kieli suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 66 mk
Julkaisun myynti/ jakaja	Suomen ympäristökeskus, asiakaspalvelu sähköpostiosoite: neuvonta.syke@vyh.fi puh. (09) 4030 0100, telefax (09) 4030 0190	Oy Edita Ab, (09) 566 0266 telefax (09) 566 0380
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Oy Edita Ab, Helsinki 1998	

Presentationblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum 25.05.1998
Författare	Mika Marttunen (redaktör)	
Publikationens titel	Vattenskyddets målprogram till år 2005 Olika nivåer för belastningen samt dess verkningar på inlandsvatten	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma project		
Sammandrag	I publikationen förevisas värderingsprinciperna för belastningsgranskningar i olika vattendrag i samband med förberedelserna gällande Vattenskyddets målprogram till år 2005 samt resultaten av inlandsvattenundersökningarna. I arbetet har belastningen från olika källor värderats och storleken av dem jämförts samt två olika belastningsnivåalternativ och dessas betydelse för vattendragets tillstånd värderats. 24 sjöar eller delar av sjöar och 10 floder var föremål för undersökningen. 16 av dessa var utsatta för belastning av mass- och pappersindustrin. Till granskningen valdes speciellt sådana vattendrag, där relativt nyligen belastningsutredningar utförts och där vattenkvalitetsmodeller redan tillämpats. Som mätare för ändringarna på vattendragens vattenkvalitet användes en allmän användbarhetsklassificering. På basen av resultaten kan man konstatera att genom en märkbar reduktion av näringsbelastningen kan man få speciellt de stora farledernas användbarhetsklassificering förbättrad. Märkbar förbättring av eutrofierade sjöar med inre belastning och floder vid kusttrakten är svårt att åstadkomma.	
Nyckelord	vattenskydd, vattenkvalitet, sjöar, floder, belastning, modeller, eutrofiering, industri, jordbruk, samhällen, Finland	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 160	
Publicationens tema	Natur och naturtillgångar	
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppdragsgivare		
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0195-4
	Sidantal 66	Språk finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 66 mk
Beställningar/ distribution	Finlands miljöcentral kundservice E-mail: neuvonta.syke@vyh.fi telefax (09) 4030 0100, tel. (09)	Oy Edita Ab tel. (09) 566 0226 telefax (09) 566 0380
Förläggare	Finlands miljöcentral PL 140, 00251 Helsinki	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Oy Edita Ab, Helsinki 1998	

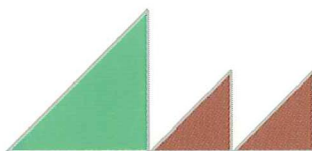
Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute	Date 25.05.1998
Author(s)	Mika Marttunen (Editor)	
Title of publication	The target programme for water pollution control up to year 2005 The impact of alternative pollution load levels on inland waterways	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	The publication presents the assessment principles for waterway-specific pollution loading surveys connected with the target programme for water pollution control up to 2005 and the results of a survey concerning inland waters. The work evaluates and compares the magnitude and significance of future pollution loads from various sources on the state of the waterway and assesses the impact on the condition of the waterway of two alternative pollution loading levels. The survey was conducted on 24 lakes or parts thereof and 10 rivers. Sixteen of these are subject to loading from the pulp and paper industry. The waterways selected for examination were especially ones for which relatively recent loading analyses were available and to which water quality models have been applied. The general classification of fitness for use was used as a benchmark for changes occurring in the water quality of the waterways. The findings show that particularly the large waterway systems can be moved into a higher fitness for use class by reducing substantially the nutrient loading. Significant improvement in the condition of eutrophic lakes and coastal rivers with their internal loads is difficult.	
Keywords	water pollution control, water quality, lakes, rivers, pollution load, models, eutrophication, industry, agriculture, communities, Finland	
Publication series and number	The Finnish Environment 160	
Theme of publication	Nature and natural resources	
Project name and number, if any		
Financier/ commissioner		
Project organization		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0195-4
	No. of pages 66	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 66 FIM
For sale at/ distributor	Finnish Environment Institute customer service e-mail: neuvonta.syke@vyh.fi tel. + 358 9 4030 0100, telefax + 358 9 4030 0190	Edita Ltd, tel. + 358 9 566 022 telefax + 358 9 566 0380
Financier of publication	Finnish Environment Institute P.O. Box 140, FIN-00251 Helsinki, Finland	
Printing place and year	Edita Ltd, Helsinki 1998	

Suomen ympäristö

76. Pykälä, Juha & Vuorinen Soili: Suomen uhanalaiset lajit. Punavalkku (*Cephalanthera rubra*). Suomen ympäristökeskus.
77. Pykälä, Juha & Vuorinen Soili: Suomen uhanalaisia lajeja: Vuorikuisma (*Hypericum montanum*). Suomen ympäristökeskus.
78. Kaipainen, Heidi; Kemppainen, Eija & Bonn; Thomas: Suomen uhanalaisia lajeja: Täkkähelmikkä (*Melica ciliata*). Hotade arter i Finland: Grusslok (*Melica ciliata*). Suomen ympäristökeskus.
79. Joensuu, Ilona; Vuori, Kari-Matti & Nieminen, Mari: Vesistöarakentamisen ja lyhytaikaissäätötoimen vaikutus Perhonjoen koskien eliöyhteisöihin. Keski-Pohjanmaan ympäristökeskus.
80. Hassi, Laura: Ihanteita ja ohjausvälineitä - asumisen tuen kohdentuminen vuonna 1993. Ympäristöministeriö.
81. Grönroos, Juha; Rekolainen, Seppo & Nikander, Antero: Maatalouden ympäristötuen toimenpiteiden toteutuminen v. 1995. Suomen ympäristökeskus.
82. Leskelä, Ari & Hudd, Richard: Kyrönjoen lohi- ja meritaimenistutusten tuloksellisuus Carlin-merkitöjen perusteella. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
83. Hudd, Richard; Kjellman, Jakob & Leskelä, Ari: Kyrönjoen suiston poikastuotanto ja kalakannat. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
84. Markatja maankäyttö. Kaavatalouden näkökohtia päättäjille. Ympäristöministeriö.
85. Uuskallio, Irma: National overview on distressed urban areas in Finland. Ympäristöministeriö.
86. Peltola, Taru: Yritysten muuttuva toimintaympäristö hallinnon haasteena. Hämeen ympäristökeskusten pk-yritysprojektin loppuraportti. Hämeen ympäristökeskus.
87. Luostarinen, Matti; Yli-Viikari, Anja (toim.): Maaseudun kulttuurimaisemat. Suomen ympäristökeskus, Maatalouden tutkimuskeskus.
88. Airamo, Raimo & Permanto, Timo: Yleiskaavoitus ja vaikutusten arviointi. Esimerkkinä Lahden yleiskaavoitus 1946 - 1996. Ympäristöministeriö.
89. Seppälä, Jyri & Jouttijärvi, Timo (toim.): Metsäteollisuus ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus.
90. Jokioisten kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
91. Kilpailuttaminen valtion tukemassa asuntotuotannossa. Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
92. Malaska, Pentti; Luukkanen, Jyrki; Vehmas, Jarmo & Kaivo-oja, Jari: Environment - Based Energy Taxation in the Nordic Countries. Comparisons by Energy Source and a Review of the Finnish Discussion. Ympäristöministeriö.
93. Muuttuva ihminen - muuttuva asunto. Ympäristöministeriö.
94. Jauhainen, Tapani; Vuorinen, Heikki; Heinonen-Guzejev, Marja & Paikkala, Sirkka-Liisa: Ympäristömelun vaikutukset. Ympäristöministeriö.
95. Lind, Tuula & Pietala, Jorma: Kotipalveluja käyttävien vanhusten kauppamatkat Lahdessa. Ympäristöministeriö.
96. The Finnish Background Report for the EC Documentation of Best Available Techniques for Pulp and Paper Industry. Ympäristöministeriö.
97. Alanen, Tommi & Ratia, Pasi: Asuntorakentamisen työllisyysvaikutukset. Ympäristöministeriö.
98. Pitkäjärvi, Jyrki: Geenitekniikalla muunnettujen mikro-organismien ympäristövaikutukset. Suomen ympäristökeskus.
99. Viinikainen, Tytti: Yhteiskuntatieteellinen ympäristötutkimus Suomessa. Katsaus tutkimusaloihin ja kirjallisuuteen. Suomen ympäristökeskus.
100. Pietiläinen, Olli-Pekka & Pirinen, Marja: Typpi- ja fosforikuormituksen vaikutus periyntöön kasvuun Kymijoen alueella. Suomen ympäristökeskus.
101. Maataloudesta peräisin olevien nitraattien vesiin pääsyn rajoittamista koskeva valtioneuvoston päätösehdotus. - Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
102. Suurmyymälätyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
103. Kilpi, Mikael & Asanti, Timo (toim.): Saaristolinnuston suojelun nykytila Suomen rannikoilla. Suomen ympäristökeskus.
104. Björklöf, Katarina: Merkkigeenien käyttö geeniteknisesti muunnettujen mikro-organismien seurantaan ympäristössä. Suomen ympäristökeskus.
105. Filatov & Heinonen: Results of the Finnish-Russian Joint Study of the Lakes Onega, Ladoga and Saimaa Conducted in the Summer of 1990. Suomen ympäristökeskus.
106. Hukkanen, Tiina: Puutalo- ja -rakennusprojekti. Ympäristöministeriö.
107. Paldanius, Jari: Vuorovaikutteisen suunnittelun kokemuksia Suomessa. Ympäristöministeriö.
108. Biodiversiteettityöryhmä: Ympäristöministeriön toimintaohjelma luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi. Ympäristöministeriö.
109. Lahti, Pekka; Heinonen, Sirkka; Koski, Kimmo & Tolsa, Heimo: Kestävä kehitys aluerakenteessa. Kansainvälisiä näkemyksiä, suomalainen sovellus. Ympäristöministeriö.
110. Water and Wastewater Management in Finland and Fifteen Other European Countries. Ympäristöministeriö.
111. Luontokoulutyöryhmä: Luontokoulutoiminta. Palvelut. Kehittämisideat. Verkostot. Ympäristöministeriö.
112. Sipilä, Kaija: Luonto- ja leirikoulutoiminta osana maaseudun kehittämistä. Ympäristöministeriö.
113. Itämeren tila. Ympäristöministeriö.
114. Siikanen, Antti: Kotitalous ja asumismenot. Selvitys lama-ajan asumismenoista. Ympäristöministeriö.
115. Äystö, Virpi: Rehevien järvien kunnostusten arviointi. Suomen ympäristökeskus.
116. Kleemola, Sirpa & Forsius, Martin: 6th Annual Report 1997. UN ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, International Co-operative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Suomen ympäristökeskus.

117. Marttunen, Mika & Kylmälä, Petri: Kalakantojen hoitomalli Inarjärven kalaistutusten vaikutusten arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus.
118. Viirikorpi, Paavo: Eteneekö lähiöuudistus? Paikallisten lähiöprojektien käynnistämismisvaiheen arviointi. Ympäristöministeriö.
119. Mäkinen, Risto: Remonttiohjelma 1992 - 1996. – Korjausrakentamisen tutkimus- ja kehitysprojektien tulokset. Ympäristöministeriö.
120. Mähönen, Outi & Joki-Heiskala, Päivi: (toim.) AMAP-Arktisen ympäristön tila ja Suomen Lappi. Suomen ympäristökeskus.
121. Lehtoranta, Jouni: Ravinteet Itäisen Suomenlahden pintasedimentissä. Suomen ympäristökeskus.
122. Åkerblom, Satu: Erityisasuminen. Katsaus Ruotsin vanhusten asumiseen 1980- ja 1990-luvuilla. Ympäristöministeriö.
123. Seppälä, Jyri: Decision analysis as a tool for life cycle impact assessment. Suomen ympäristökeskus.
124. Lindholm, Tapio; Heikkilä, Raimo & Heikkilä, Marjo (eds.): Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship. Suomen ympäristökeskus.
125. Malkki, Sirkka; Heinonen-Tanski, Helvi & Jantunen, Paula: Ympärivuotisten kompostikäymälöiden toimintavarmuus ja häiriöiden kartoitus. Ympäristöministeriö.
126. Peuhkuri, Timo: Ympäristövaikutusten arviointi energia-alan ohjelmavalmistelussa. Tapaustudkimus hallituksen energiansäästöohjelman valmisteluprosessista. Suomen ympäristökeskus.
127. Kankaanpään kulttuuriympäristöohjelma. Ympäristöministeriö.
128. Kananoja, Tapio: Turun ja Porin läänin kallioperän suojele- ja opetuskohteita. Ympäristöministeriö.
129. Kaavoitustoimen seuranta 1996. Ympäristöministeriö.
130. Asumistuesta itselliseen asumiseen vai toimeentulotukeen? I osaraportti. Ympäristöministeriö.
131. Melanen, Matti & Ekqvist, Marko (toim.): Suomen ilmanpäästöt ja niiden skenaariot (SIPS-projekti) Tietojärjestelmän tietopohja ja alustavia tuloksia. Suomen ympäristökeskus.
132. Nikulainen, Virpi & Pyy, Outi: Huoltoasemien maaperän kunnostus. Suomen ympäristökeskus.
133. Isaksson, Kaj: Korjausrakentaminen asunto-osakeyhtiöissä ja aravavuokraloissa. Ympäristöministeriö.
134. Larjavaara, Ilmari: Asuntojen yksityistäminen Pietarissa. Ympäristöministeriö.
135. Liukkonen, Matti: Asukkaat asumisoikeusasuntojen suunnittelussa. Ympäristöministeriö.
136. Koski, Kimmo & Lahti, Pekka: Kaupan suuryksiköt ja kunnallistalous – Herkkyysanalyysi. Ympäristöministeriö.
137. Suomen biologista monimuotoisuutta koskeva kansallinen toimintaohjelma 1997 - 2005. Ympäristöministeriö.
138. Karvinen, Päivi: Kansalaisten kokemuksia YVA-menettelyyn osallistumisesta. Ympäristöministeriö.
139. Kiviniemi, Markku & Sulankivi, Kristiina: Talonrakentamisen ja kiinteistönhoidon laatujärjestelmien tilanneselvitys. Ympäristöministeriö.
140. Seppälä, Timo: Torjunta-aineiden käyttäytyminen Suomen ympäristöoloissa. Suomen ympäristökeskus.
141. Mujunen, Satu-Pia; Teppola, Pekka & Minkkinen, Pentti: Metsäteollisuuden aktiivielitelaitosten toiminnan monimuuttujainen seuranta ja mallintaminen. Kaakkois-Suomen ympäristökeskus.
142. Teollisuuslaitoksen ympäristömelu. Ympäristöministeriö.
143. Ilmansuojelun neuvottelukunta: Ilmansuojelututkimuksen kehittämisohjelma 2001. Ympäristöministeriö.
144. Hudd, Richard & Kälax, Pia: 0+ kalanpoikasten esiintyminen ja 0+ kalanpoikasten esiintymisbiotooppi Kyrönjoen alaosalla. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
Rautio, Mika: Ympäristönsuojelun hallinnollis-oikeudellinen ohjaus kemiallisen metsäteollisuuden vesiensuojelussa. Suomen ympäristökeskus.
146. Kulttuuriympäristön hoito-ohjelma 1997-98. Etelä-Savo ja Häme. Etelä-Savon ympäristökeskus.
147. Koskiaho, Kristiina (toim.): Eheyttävän suunnittelun haasteet. Neuvottelupäivät ympäristöministeriössä 1997. Ympäristöministeriö.
148. Vehmas, Jarmo; Malaska, Pentti; Luukkanen, Jyrki & Kaivo-oja, Jari: Ympäristöpoliittiset ohjauskeinot uusiutuvien energialähteiden käytön edistämiseksi. Ympäristöministeriö.
149. OECD arvioi maamme ympäristöpolitiikkaa. Yhteenveto arvioinnin päätelmistä ja suosituksista. Ympäristöministeriö.
150. Environmental Policies in Finland. Background papers for the OECD Environmental Performance Review of Finland 1997. Ympäristöministeriö.
151. Tanskanen, Juha-Heikki: Valtakunnallisten yhdyskuntajätteen hyödyntämistavoitteiden saavutettavuus Päijät-Hämeessä. Suomen ympäristökeskus.
152. Vanhojen metsien suojelutyöryhmä: Vanhojen metsien suojele Pohjois-Suomessa. Vanhojen metsien suojelutyöryhmän osamietintö III, osa II karttaliitteet. Ympäristöministeriö.
153. Riihimäki, Juha & Hellsten, Seppo: Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyn vaikutukset rantavyöhykkeessä. Suomen ympäristökeskus.
154. Natura 2000 -ehdotuksesta annetut lausunnot. Yhteenvedot ministeriöide, asiantuntijatahojen sekä järjestöjen ja edunvalvontatahojen lausunnoista. Ympäristöministeriö.
155. Kokko, Kai: Ympäristövaikutusten selvittäminen seutu- ja yleiskaavoituksessa – oikeudellisestanaökökulmasta. Ympäristöministeriö.
156. Räihä, Ulla: Alavuden kulttuuriympäristön hoito. Ympäristöministeriö.
157. Rönkä, Kimmo; Halomo, Jyrki; Huhdanmäki, Aimo; Teerimo, Seppo; Terho, Juha & Tolsa, Heimo: Hissi vanhaan kerrostaloon. Taloudellinen kannattavuus, sosiaalinen tarpeellisuus sekä hallinnolliset ja taloudelliset edellytykset. Ympäristöministeriö.
158. Leskelä, Ari; Hudd, Richard; Kälax, Pia & Kjellman, Jakob: Kevätkutuisten kalalajien lisääntyminen Lappsundinjoella 1990-96. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
159. Hyvärinen, Marketta: Ympäristövaikutusten arvioinnin kehittäminen metsätalouteen liittyvässä suunnittelussa – esimerkisuunnittelujen tarkastelu. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.



**LUONTO JA
LUONNONVARAT**

Vesiensuojelun tavoitteet vuoteen 2005 Vaihtoehtoisten kuormitustasojen vaikutukset sisävesissä

Valtioneuvosto teki maaliskuussa 1998 periaatepäätöksen vesien-
suojelun tavoitteista vuoteen 2005. Ohjelmassa on esitetty tavoitteita
kuormitukselle ja muuttavalle toiminnalle vesistöjen tilan ja
käyttökelpoisuuden parantamiseksi. Tähän julkaisuun on koottu
tavoiteohjelman valmistelun yhteydessä tehtyjen vesistökohtaisten
tarkastelujen periaatteet ja tulokset sisävesien osalta. Työssä on arvioitu
eri kuormituslähteistä tulevan kuormituksen suuruutta ja merkitystä
sekä arvioitu, minkälaisia muutoksia kuormituksen vähentämisellä olisi
24 järven ja 10 joen tilaan.

ISBN 952-11-0195-4

ISSN 1238-7312

Myynti: Suomen ympäristökeskuksen asiakaspalvelu

sähköpostiosoite: neuvonta.syke@vyh.fi

faksi (09) 4030 0190, puh. (09) 4030 0100

postiosoite: PL 140, 00251 Helsinki

ja Oy Edita Ab

Oy EDITA Ab
PL 800, 00043 EDITA, vaihde (09) 566 01
ASIAKASPALVELU
puh. (09) 566 0266, telefax (09) 566 0380
EDITA-KIRJAKAUPAT HELSINGISSÄ
Annankatu 44, puh. (09) 566 0566
Eteläesplanadi 4, puh. (09) 662 801



9 789521 101953